





MI-VI- 543.

ANNO I — 1901

LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA

E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

CON UN BOULETTO DEGLI ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO
E DELLE SCUOLE INDUSTRIALI DEL REGNO

Pubblicazione mensile illustrata

Comitato di Direzione

FROILA AVV. SUONDO, Segretario del Liceo, Presidente del R. Museo Industriale Italiano.
FASELLA COMM. FELICE, direttore e professore ordinario speciale della R. Scuola Superiore di Scienze, membro della Giunta direttiva del R. Museo.
PESCETTO ING. COLONNELLO FEDERICO, direttore della stabilimento costruttore
Italo e Giuseppe Ligati, membro della Giunta direttiva del Museo.
MAFFIOTTI ING. GIÒ, DATTISTA, direttore del R. Museo Industriale Italiano.

Segretario di Redazione

BONINI ING. CARLO FIDUCIARIO.

COLLABORATORI

ING. ALBANI G. — ING. ANTONIO M. — ING. ARMANI G. — ING. ANTONIO E. —
PROF. BIANCHI R. — PROF. ING. BASTIENNA A. — ING. CASSON S. — ING. FORERIO M.
— ING. VACCARETTA A. — ING. GARDIGLI A. — PROF. GRANI G. — PROF. LUDOVICHI L. —
ING. MARCONI R. — ING. MARCONI F. — ING. MOROSI L. — MONTI E. — ING. NERETTI D.
— DOTT. ROSSI A. G. — DOTT. SCARPA M. — PROF. STALINO P. — PROF. VACCARETTA O.
— ING. VERRIOTTI L.

Editori ROUX e VIARENGO, Torino

DIREZIONE

presso il Museo Industriale Italiano
Via Ospedale 32 — Torino

AMMINISTRAZIONE

presso gli Editori Roux e Viarengo
Piazza Bollina — Torino.

LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA

E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

ANNO I - 1901

LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA

E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

CON UN BOLLETTINO DEGLI ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO
E DELLE SCUOLE INDUSTRIALI DEL REGNO

Pubblicazione mensile illustrata

Comitato di Direzione

PROLA AVV. SECONDO, *Senatore del Regno, Presidente del R. Museo Industriale Italiano.*
FASELLA Comm. FELICE, *direttore e professore ordinario emerito della R. Scuola Reale
Superiore di Chimica, membro della Giunta direttiva del R. Museo.*
PESCETTO Ing. Colonnello FEDERICO, *direttore dello stabilimento elettrotecnico
Italoitaliano a Gorgonzola (Lugano), membro della Giunta direttiva del Museo.*
MAFFIOTTI Ing. GIO. BATTISTA, *direttore del R. Museo industriale italiano.*

Segretario di Redazione
BONINI Ing. CARLO FEDERICO.

COLLABORATORI

ING. ALLARA G. — Ing. AMBROSIO M. — Ing. ARNONE G. — Ing. ARNONE E. —
Prof. BUCHI R. — Prof. Ing. BORTOLINI A. — Ing. CARSON S. — Ing. FERRARIO M.
— Ing. FALCONE A. — Ing. GLASBEIN A. — Prof. GRANI G. — Prof. LONGARINI L. —
Ing. MARCONI R. — Ing. MALINVA P. — Ing. MOVIGLI L. — MONTI E. — Ing. NARBONNI D. —
Dott. ROSSI A. G. — Dott. SCARPA M. — Prof. SERAFINI P. — Prof. VANDERLINDA G.
— Ing. VERRIOTTI L.

Editori ROUX e VIARENGO, Torino

DIREZIONE

presso il Museo Industriale Italiano
Via Ospedale 32 — Torino

AMMINISTRAZIONE

presso gli Editori Roux e Viarengo
Piazza Solferino — Torino.

PROPRIETÀ LETTERARIA

FASCICOLO I.

Gennaio 1901.

ANNO I.

LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA

E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

CON UN BOLLETTINO DEGLI ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO
E DELLE SCUOLE INDUSTRIALI DEL REGNO

Pubblicazione mensile illustrata

AI LETTORI Gli Editori

I. Memorie.

SULLA LIQUEFAZIONE DELL'ARIA Prof. L. LOMBARDI

LA TRASMISSIONE DELLA FORZA MOTRICE A GRANDI DISTANZE

Ido. F. MAZZOLA

INFLUENZA DELLA FRECCIA DI INFLESSIONE NEL CALCOLO DEGLI

ASSI Idio. G. ALLARA

II. Rassegne tecniche e notizie industriali.

LA MECCANICA INDUSTRIALE ALL'ESPOSIZIONE DI PARIGI DEL 1900

NOTIZIE INDUSTRIALI. Prof. Idio. A. BOTTICELLA

III. L'insegnamento industriale.

SULLE SCUOLE INDUSTRIALI IN ITALIA

IV. Rassegna bibliografica.

BIBLIOGRAFIA Idio. F. M.

REPERTORIO DELLA LETTERATURA TECNICA PERIODICA. Idio. F. M.

PUBBLICAZIONI TECNICHE RECENTI.

V. Bollettini.

R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO

Concesso per la stampa dal Direttore. — Deliberazione della Giunta Direttiva.

SCUOLE INDUSTRIALI.

Editori ROUX e VIARENGO, Torino

DIREZIONE

presso il Museo Industriale Italiano
Via Ospedale 22 — Torino.

AMMINISTRAZIONE

presso gli Editori Roux e Viarengo
Piazza Solferino — Torino.

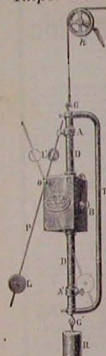
Importante per Proprietari di Caldaie a Vapore

Regolatore Automatico di Tiraggio

PER CALDAIE A VAPORE
Brevetto Geninatti (del. 17/11/1885, 5.554/13)

Agenti esclusivi per la vendita in Italia

STIRNIMANN e GULLINO
TORINO



Economia di carbone dal 5 al 20 per cento.
Evitazione di correnti d'aria fredda nel focolare e delle conseguenti dannose variazioni di temperatura nella superficie di riscaldamento della caldaia, quindi:
Conservazione della caldaia e minori oscillazioni nella pressione del vapore; accumulo del fumo; facilitazione del lavoro del fochista.

Costruzione semplice, robusta, non soggetta a vibrazioni.

Massima semplicità e facilità di maneggio.

Occupazione di spazio minimo; facilità d'applicazione a qualsiasi caldaia in poche ore senza disturbo del lavoro.

Modello unico, adatto per ogni grandezza di caldaia, facilmente regolabile per qualsiasi durata del periodo di combustione ed altezza di serrandola. Suppressione di cariche d'olio, di glicerina, ecc.

Spesa d'acquisto minima inferiore a quella di tutti i costanti apparecchi, essendo solo di Lire 200 per l'apparecchio completo.



Cercarsi attivi Rappresentanti per questo Regolatore Automatico (brevetto Geninatti).
Dirigere offerte con referenze a **Stirnemann e Gullino - Torino.**

Grande risparmio nelle spese d'impianto e d'esercizio delle trasmissioni



PULEGGE REGISTRABILI

in ferro, a raggi tangenti

Vantagiosissime e raccomandabili per massima leggerezza (pesando solo 1/2 di quelle in ghisa).

Raggevoli risparmi di forza motrice e di lubrificanti perché caricano molto meno gli alberi di trasmissione.

Economia dell'80 0/0 sulle spese di trasporto

Grande facilità di maneggerie e prestezza di piazzarle

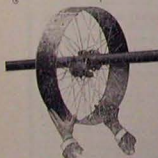
Costruzione perfezionata, esattamente equilibrate e giranti in perfetta rotondità.

Solidità a tutta prova ed inoltre

convenienza di prezzo

perché specialmente quelle grandi costano molto meno di quelle usuali in ghisa.

Prospetti rispettivi ed eventualmente pulegge in prova da
STIRNIMANN e GULLINO - Torino, Piazza Solferino, 16.



Fonderia di Caratteri e Fabbrica di Macchine

DITTA NEBIGLO & C.

Società in accomandita per Azioni - Capitale L. 2.000.000

Completo assortimento di caratteri da opera
Fregi e vignette - Galvanotipia - Stereotipia - Filletteria ottone

Studio di incisioni fotomeccaniche
in zinco e legno

TRICOMIE - CARTELLI RÉCLAME
IMPIANTI COMPLETI DI TIPOGRAFIE

Cataloghi e preventivi a richiesta

MASSAROTTI & BIANCO

Succo, G. R. DURONI
TORINO - Via Carlo Alberto, 21-23 - TORINO

OFFICINA ELETTRO-MECCANICA

Laboratorio di nichelatura - Trazione elettrica

Strumenti di Fisica, Chimica, Meteorologia

Grande assortimento macchine elettriche per applicazioni mediche ed industriali

Utensili per Laboratorio

CORREDI PER SAGGI ED ANALISI

Oggetti in vetro - Cristallo - Terra - Porcellana e Gres per Chimica

Articoli speciali di Amianto - Gomma - Guttaperca

Manometri - Vamometri - Oliatori - Cinghie

Tubi vetro ricotti a punta fusa per Caldaie a vapore

Forniture di articoli tecnici per Stabilimenti industriali

QUADRI INDICATORI - CAMPANELLI ELETTRICI

TELEFONI * PARAFULMINI

ING. ADAMO LEVI
GALLERIA NAZIONALE - TORINO

MACCHINE DA CHIACCIO

IMPIANTI FRIGORIFERI

Rappresentanti unici generali della Ditta A. ZOPPIAS - Monza
(Macchine Refrigeranti)
NUMEROSI IMPIANTI IN FUNZIONE

Unica Macchina Refrigerante Premiata con MEDAGLIA D'ORO

all'Esposizione Internazionale d'Igiene di Napoli 1900.

Nuovi impianti in corso di esecuzione per le città di Pavia, Piacenza, Padoa, Canelli,
Cantiano Visentino, Cuneo, Caserta, Casapulla, Bari, Lecce, ecc. ecc.

Grande deposito di macchine pronte per la spedizione.

Inviando Modello funzionante allo Stabilimento di Monza, per istruire il personale dei clienti.

Ing. Luigi NEGRETTI

Via dei Mercanti, 18 - TORINO

Studio Tecnico-Industriale

Impianti

++++ Elettrici +++
Trasporti di forza +++
Funicolari aeree per cave
e miniere +++
Materiali per impianti ++

Rappresentanza e Deposito



Contatori
THEILER

I migliori per corrente
mono-fase, anche per
circuiti squilibrati.



Compagnie Générale Electricque, Nancy

DINAMO - Medaglia d'oro Parigi 1900

ELETTROMOTORI - Medaglia d'oro Parigi 1900

LAMPADIE AD ARCO - Medaglia d'oro Parigi 1900

APPARECCHI di misura e controllo - Medaglia d'oro Parigi 1900

Col 1° Marzo 1901

Gran Deposito di Macchine in Torino

Preventivi a richiesta - Accettansi rappresentanti in Italia

Primario Stabilimento Meccanico
PER LA FABBRICAZIONE SPECIALE
DI APPARECCHI SANITARI

Cav. Giovanni Penotti

Via Lagrange, 22-24 — **TORINO** — Via Roma, n. 37

con Succursale a MONCALIERI

FORNITORE DELLA R. CASA



Impianti
e forniture complete
per Stabilimenti
Balneo-
Idroterapie

Costruttore di Pompe Idrauliche
Studi e progetti per condotte Acque potabili
Intubazione per Gas a vapore
Valvole, Saracinesche
Elevatori Idraulici
Latrine d'ogni sistema e prezzo
Lavabo, Bagni e Doccie
con relativi apparecchi per riscaldamento
Coperture metalliche per edifici
Grande — Parafulmini
Oggetti relativi agli usi domestici
Porcellane — Ghise smaltate

Esposizione Generale Italiana in Torino, 1898

Due Grandi Diplomi d'Onore

(Sezione Igiene).

Gran Medaglia d'Oro Gran Medaglia d'Oro
per speciale lavorazione dei metalli. per Gasogene acetilene.

Ing. CARAMAGNA & C.

Officine Elettrotecniche

22, Via Barolo — **TORINO** — Via Barolo, 22

Medaglia d'Oro

Esposizione
internazionale
d'Elettricità

Torino 1898

Macchine

ed Impianti elettrici

per Illuminazione

Trasporti di forza * Trazione elettrica

Prima Fabbrica Torinese

di Alternatori - Motori Ferraris

Trasformatori

Prima Fabbrica Italiana di

AUTOMOBILI ELETTRICI

Prospetti e preventivi a richiesta

MASSONI & MORONI
TORINO - MILANO - SCHIO

FORNITORI DEI RR. ARSENALI

246

Cinghie per trasmissioni

marca "Massoni Moroni"

Speciali per dynamo — Insuperabili per grandi trasmissioni

Guarnizioni per corde di filature da lana e da cotone

ONORIFICENZE

1890 - Medaglia d'argento del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti; —
1892 - Medaglia d'argento all'Esposizione Italo-Americana di Genova; — 1895 - Me-
daglia d'argento con diploma. Onorevoli premi al servizio industriale del R. Ministero;
— 1896 - Gran diploma d'onore; Esposizione nazionale di Torino; — 1898 - Medaglia
speciale del R. Ministero per l'esportazione; — 1899 - Medaglia d'oro; Esposizione
internazionale di elettricità di Como.

Ingegneri, Studi tecnici, Industriali richieggano preventivi allo

Stabilimento Tipografico ROUX e VIARENGO

Piazza Solferino, 20 — TORINO — Piazza Solferino, 20

per tutti gli stampati che loro possono occorrere.

Questo grande stabilimento ha una speciale sezione dedicata ai lavori tipografici per
tecnici, industriali, commercianti, banche, istituti ed eseguisce qualsiasi stampato a co-
minciare dalle intestazioni di lettere e buste, *Fatture, Memorandum, Circolari, Industriali,*
Azioni, Chèques, Registri, ecc. fino ai *Cataloghi, Memoriali, Volumi*.

Inoltre, disponendo di numeroso personale specialista e di abbondantissimo materiale tipografico, può eseguire con sollecitudine impareggiabile anche i più voluminosi cataloghi, memoriali, studi per gli uffici tecnici e per le Case industriali.

Le macchine più perfezionate per la stampa delle incisioni.

Speciale accuratezza nel lavoro — Prezzi mitissimi

PROPRIETÀ LETTERARIA.

LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA
E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

AI LETTORI

In mezzo al grande e potente rifiorire del movimento industriale di Italia, ci è sembrato che una nuova rivista, la quale tendesse a favorire la diffusione delle cognizioni tecniche, seguisse il movimento delle invenzioni e delle scoperte, procurasse infine all'industriale, allo scienziato, all'insegnante, ecc., il mezzo per tenersi al corrente di quanto ogni giorno si fa e si produce in ogni ramo dell'industria, potesse riuscire di certa ed indiscutibile utilità.

E siccome la nostra città, per la sapiente preveggenza di alcune menti superiori e per la munifica liberalità del Governo, dell'Amministrazione provinciale, del Comune e della Camera di commercio, ha la fortuna di accogliere da molti anni il massimo Istituto di Studi industriali d'Italia, di cui fa parte quella gloriosa Scuola di Elettrotecnica « Galileo Ferraris », che ha così efficacemente contribuito allo sviluppo degli studi elettrotecnici ed ha fornito alla nascente e già così potente industria elettrica tutto il personale tecnico, emancipandola dall'estero — luminoso esempio dell'influenza della Scuola sullo sviluppo di un'industria — così ci è sembrato che meglio la nostra *Rivista* non avesse potuto muovere i suoi primi passi se non sotto l'egida e la protezione del R. Museo Industriale Italiano.

Il primo Congresso degli Istituti industriali e commerciali italiani tenutosi in Torino in occasione della Esposizione generale italiana del 1898 nei giorni dal 15 al 19 settembre, aveva fatto voti perchè si fosse istituito un periodico come organo degli Istituti industriali, perciò, quando noi presentammo la nostra idea alla Presidenza del Museo Industriale, esponendo ad essa che era nostro intendimento di dedicare, a differenza degli altri periodici, una parte della rivista a quelli che noi reputavamo i più potenti fattori dell'incremento e dello sviluppo delle industrie, cioè: allo Insegnamento, alle Scuole industriali, trovammo il terreno già preparato di modo che il seme gettato poté in breve dare buoni frutti.

Si è quindi così che oggi possiamo presentare al pubblico il primo numero di questa *Rivista*, per la quale ci siamo assicurata la collaborazione della maggior parte degli insegnanti del R. Museo Industriale Italiano, eletta schiera di studiosi, ai quali verranno senza dubbio ad unirsi molti altri valenti scrittori.

Il processo logico con il quale è venuto svolgendosi e si è maturata l'idea della nostra pubblicazione riteniamo basterebbe ad indicare quale dovrà essere e sarà il nostro programma; in ogni modo non reputiamo superfluo accennare specialmente alla maniera con cui intendiamo raggruppare la materia in ogni numero della *Rivista*.

Essi si comporranno sempre di cinque parti distinte.

Nella prima — *Memorie* — verranno pubblicate memorie originali di scienze sperimentali e matematiche, di applicazioni tecniche e di scienze economiche in relazione all'industria, concorrendo in tal modo all'assiduo ed imponente movimento scientifico con indirizzo industriale che ha consentito gli attuali miracoli di costruzioni e di produzione. Non è che dal vertice dell'altura che si possono dominare i campi fecondi sottostanti e che si possa spingere utilmente e sicuramente lo sguardo in avanti, ed essere sentinelle avanzate e pionieri di ogni pratico miglioramento dei mezzi industriali; perciò la *Rivista*, pur concedendo larga ed ampia ospitalità e di preferenza agli scritti di indole

pratica e sperimentale, non rifuggerà ancora dal pubblicare quelli che, poggiando un poco più in alto, espongano proprietà scientifiche e spazino nei campi della pura teoria, perchè ciò che potrebbe oggi sembrare un inutile lusso e sfoggio, potrebbe forse domani condurre a grandiose ed estese applicazioni.

Nella seconda parte — *Rassegne tecniche e notizie industriali* — saranno pubblicati gli studi, le comunicazioni (aventi carattere di relazione) sui più importanti avvenimenti scientifico-industriali, scoperte, ecc., e saranno raccolte, sotto forma di appunti, le notizie più interessanti che possono tornare utili a chi si occupa del movimento scientifico-industriale.

Nella terza — *L'insegnamento industriale* — troveranno posto tutte le notizie e gli studi che si riferiscono e possono interessare l'insegnamento industriale in genere e fornire agli ingegneri, agli studiosi ed agli industriali utili e pratiche notizie riguardo alle dotazioni scientifiche dei singoli istituti industriali, alle esperienze che in essi si possono far eseguire, agli studi speciali che in essi si possono compiere.

Si aprirà così un campo che potrà servire per proficue discussioni, soprattutto ai professori degli istituti industriali e professionali del Regno, si inizierà quella consociazione di sforzi, quella solidarietà di idee, quella comunanza di indirizzo che dovranno spiegare una grande efficacia sull'insegnamento tecnico e sui progressi dell'industria. Si offrirà inoltre un utilissimo aiuto agli studiosi e agli industriali, i quali potranno conoscere dove e a chi dovranno rivolgersi quando loro occorresse di dover chiedere consigli o fare degli studi speciali su questioni riguardanti le loro industrie.

Nella quarta parte — *Rassegna bibliografica* — saranno passate in rassegna le opere tecnologiche, sia italiane che straniere, i rapporti accademici, le pubblicazioni speciali periodiche e non periodiche, per modo che i lettori possano facilmente trovare una guida per seguire con profitto il movimento delle invenzioni e delle scoperte.

Nella quinta rubrica — *Bollettini* — si pubblicheranno

tutte le notizie che riguardano più specialmente il R. Museo Industriale Italiano e le altre Scuole Industriali d'Italia, come le deliberazioni dei singoli consigli, i concorsi, le nomine, i nuovi impianti, ecc.

Con questi scopi e con questi intendimenti scendiamo nel campo delle pubblicazioni industriali con la nostra *Rivista*, attendendo sereni il giudizio dei confratelli e del pubblico, solo aggiungendo che al nostro giornale non mancherà l'aiuto valido ed il sussidio indispensabile di tutte le arti grafiche e fotomeccaniche di riproduzioni a somiglianza dei migliori periodici italiani e stranieri.

Torino, 1° gennaio 1901.

GLI EDITORI.

SULLA LIQUEFAZIONE DELL'ARIA

La ricerca di mezzi, adatti a realizzare temperature estremamente basse, od estremamente elevate, si collega intimamente col progredire delle scienze fisiche e chimiche, il dominio delle quali si deve in ogni direzione costantemente allargare.

I fenomeni elettrici permettono di sviluppare in spazi limitati delle quantità di calore così grandi, da produrre temperature alle quali tutte le sostanze della natura si volatilizzano, ed anche i composti chimici più refrattari si dissociano nei loro elementi. Abbassandosi la temperatura nelle vicinanze dello zero assoluto, tutte le sostanze si solidificano, la loro energia termica scompare, ed esse si manifestano le une di fronte alle altre chimicamente indifferenti. Per tal modo il calore appare veramente causa o condizione, immediata od indiretta, di quasi tutti i fenomeni della natura, origine e forma di tutte le energie.

Ogni sostanza può prendere lo stato di corpo solido, liquido e gassoso. Ma mentre tutti i liquidi che si trovano in natura si possono vaporizzare mediante la somministrazione, che non offre difficoltà, di moderate quantità di calore, la liquefazione dei gas, almeno per alcuni di questi, non si è potuta compiere se non con artifici speciali, trasformando direttamente in lavoro una parte della loro energia termica interna, quando in natura non esistevano altri corpi più freddi, capaci di sottrarla loro direttamente, assorbendola in forma di calore.

In tutte le macchine frigorifere moderne, ed in tutti i processi industriali di raffreddamento, dove si vuole che il corpo da raffreddare, o quello che serve da intermediario, percorrano cicli chiusi, riprendendo ad ogni nuovo periodo le condizioni primitive, il calore da sottrarre dev'essere definitivamente o provvisoriamente convertito

in lavoro, e la trasformazione è governata dalle leggi della termodinamica. I primi fisici, ai quali l'importanza teorica del fatto sfuggiva, rimasero lontani dal limite ora raggiunto di basse temperature, e dovettero adattarsi all'idea che alcuni dei gas da loro studiati non fossero suscettibili di cambiare di stato. In realtà essi non avevano, prima delle ricerche di Andrews, un preciso concetto della temperatura critica, al di sopra della quale mantenendo una sostanza qualunque, nessuna pressione esterna è sufficiente ad avvicinarne le molecole fino al punto da produrre la liquefazione.

In vari modi l'energia termica di un corpo si può diminuire col variare delle sue condizioni fisiche, e trasformare eventualmente in parte in lavoro.

Se il corpo rimane assoggettato ad una pressione costante o variabile, e subisce sotto l'azione di questa una variazione di volume, senza che gli si faccia alcuna somministrazione di calore, tutto il lavoro necessario a vincere le forze esterne viene prodotto a spese del calore interno, e perciò questo necessariamente diminuisce. Se le forze interne di coesione fra le molecole del corpo hanno un valore differente da zero, e le condizioni di esso mutano, così che la distanza delle molecole vari, il lavoro per vincere quelle forze ha ancora per equivalente una quantità di calore sottratta al corpo, e la sua temperatura anche per questa ragione diminuisce. Se finalmente al mutamento delle condizioni esterne del corpo si accompagna pure una trasformazione del suo stato fisico o chimico, e l'energia interna che compete colle due condizioni estreme è diversa, una quantità di calore può scomparire o rendersi latente; essa è impiegata allora a produrre un lavoro di deformazione molecolare, la cui intima natura non ci è conosciuta, ma di cui la conseguenza può essere ancora un abbassamento di temperatura del corpo stesso o di quelli che lo circondano.

Non vogliamo occuparci qui delle quantità di calore richieste da reazioni chimiche, né di quelle dovute a cambiamenti di stato, le quali hanno una parte importante nei raffreddamenti prodotti con miscele frigorifere, o mediante evaporazione forzata. I primi fisici ne trassero sapientemente partito nelle loro ricerche di laboratorio. Per la liquefazione dell'aria in grandi quantità, la semplice espansione oggi non offre un mezzo meno complicato e più fecondo.

Consideriamo un gas perfetto, avente cioè forze di coesione mole-

colare trascurabili, e racchiuso in un recipiente ad una pressione elevata. Lasciamo che esso, sotto l'azione di una pressione esterna infinitamente poco differente dalla sua, ma continuamente decrescente, si espanda, senza che alcuna quantità finita di calore gli sia comunicata dalle pareti o dai corpi esterni. L'energia interna andrà diminuendo di una quantità in ogni istante equivalente al solo lavoro esterno che si compie, ed il gas si andrà raffreddando. Il gas si trasforma con legge *adiabatica*, ed alla fine il calore totale scomparso è l'equivalente di tutto il lavoro compiuto. Se il rapporto fra la pressione iniziale e quella finale è 10 o 100 o 200, e se la temperatura iniziale è prossima allo zero centigrado, quella finale si trova abbassata sotto lo zero di 133°, di 200°, di 213° rispettivamente. Al limite, pel passaggio da una pressione finita ad una infinitamente piccola, la temperatura si abbasserebbe fino allo zero assoluto, che dista di 273° dallo zero centigrado ordinario.

Se il gas non obbedisce esattamente alla legge di elasticità dei gas perfetti, oltre al lavoro necessario per vincere la pressione esterna, ne occorrerà una quantità finita per vincere le forze interne di coesione, ed il raffreddamento sarà più intenso. In particolare dovrà essere consumata questa quantità anche quando il gas si espanda senza altrimenti eseguire un lavoro esterno, o per essere la pressione esterna nulla, o perchè rimane il volume compressivo del gas inalterato. Perciò la temperatura si abbassa sempre, quando le condizioni di un tal gas si modificano in modo che la media distanza delle molecole aumenti. È il fenomeno constatato nelle loro classiche esperienze da Joule e Thomson per la maggior parte dei gas naturali. Per l'idrogeno, il quale a temperatura ordinaria sembra formare una eccezione alla regola comune, è molto probabile che il fenomeno stesso si manifesti quando la temperatura è inferiore ad un limite determinato.

Salvo che le forze di coesione fra le molecole d'un gas in genere, in particolare fra quelle dell'aria, sono molto esigue, ed una piccola quantità di energia è domandata per vincerle nell'effettuare una tale espansione. La sottrazione di calore e la diminuzione di temperatura sono dunque piccole. Siccome però quelle forze crescono coll'abbassarsi della temperatura, la variazione di questa dovuta ad una medesima variazione di pressione, sarà tanto più grande, quanto la temperatura iniziale del gas era per sé stessa minore. Nell'espansione

dell'aria si può ritenere che per ogni atmosfera di differenza di pressione si produca, in causa del lavoro interno, un abbassamento di temperatura di 0,376, quando la temperatura iniziale è quella del ghiaccio fondente. Per l'anidride carbonica l'abbassamento nelle medesime condizioni è di 1,39. A temperature più basse quelle variazioni crescono nella ragione inversa del quadrato della temperatura assoluta.

Con una sola espansione del gas la variazione di temperatura dovuta al lavoro interno, è proporzionalmente limitata dalle maggiori differenze che noi possiamo realizzare tra la pressione iniziale e quella finale. Sarà quindi necessario lasciare che il gas espandendosi compia anche un lavoro esterno, quando vorremo che la sua temperatura discenda ad un tratto ad un valore molto basso. È il procedimento col quale Pictet nel 1877, e più tardi altri sperimentatori, ottennero la liquefazione dei gas, un tempo ritenuti permanenti. Essi li lasciarono all'uso sfuggire nell'atmosfera, dopo averli fortemente compressi e raffreddati. Dewar ritenne ancora disposizioni analoghe nei suoi primi apparecchi di liquefazione, installati nel laboratorio della Royal Institution di Londra. L'inconveniente più grande era la perdita inevitabile della massima parte dei gas sperimentati, oltre che la difficoltà di raccogliere e conservarne le quantità condensate. Il gas da liquefare doveva essere portato già prima dell'espansione ad una temperatura considerevolmente bassa mediante circolazioni esterne di liquidi refrigeranti, la cui preparazione era a sua volta dispendiosa.

Negli apparecchi moderni di liquefazione ideati da Linde in Germania, da Hampson in Inghilterra e da Tripler in America, il raffreddamento dovuto al lavoro esterno di espansione non ha più in realtà che una parte secondaria nel fenomeno. In alcune di queste macchine, come quelle fabbricate da Linde, la medesima quantità d'aria nel periodo di preparazione dell'esperienza si assoggetta entro ad un complesso chiuso di tubi e recipienti a cicli successivi di trasformazione, così che il volume totale della massa non varia, ed il lavoro esterno complessivo sia nullo. Salvo che lungo una parte del ciclo avvenendo una energica compressione del gas, e la temperatura mantenendosi ad arte costante mediante una circolazione refrigerante che sottrae il calore sviluppato, nella espansione successiva si consuma una considerevole quantità di calore per vincere le forze in-

terne di coesione, e la temperatura si abbassa. Impiegando il gas, nelle prime espansioni raffreddato, a diminuire la temperatura del nuovo gas che arriva, l'abbassamento di temperatura si fa in questo più energico, e così successivamente. Solamente una piccola porzione dell'aria, che ha partecipato alla circolazione, si lascia dopo un'ulteriore espansione sfuggire all'esterno, quando il raffreddamento preliminare è compiuto, e si sostituisce con altra aspirata alla pressione atmosferica. La prima, subendo un maggiore raffreddamento per il lavoro esterno d'espansione, oltre che per quello dovuto alle forze interne di coesione, può raggiungere temperature sufficientemente basse da liquefarsi in parte alla pressione atmosferica.

Nelle altre macchine di Hampson e di Tripler, l'aria viene ancora assoggettata a forti compressioni, mantenendola mediante un refrigerante a temperatura costante. Essa poi è ancora lasciata espandere attraverso a valvole di forma speciale, così che una porzione della sua energia interna pel lavoro delle forze molecolari, ed in piccola parte pel lavoro esterno eseguito, vada consumata. L'aria, che ha subito tale raffreddamento, si impiega anche qui con una disposizione a circolazione inversa per raffreddare quella in arrivo, dopo di che essa è semplicemente riversata nell'atmosfera. Essa non si assoggetta dunque a cicli successivi di compressione ed espansione; ma il funzionamento dell'apparecchio non muta perciò, poichè l'aria che sfugge ha temperatura e pressione pochissimo diverse da quella nuova che viene aspirata, e può idealmente immaginarsi sostituita a questa in una serie di periodi che non presenti discontinuità. Il lavoro esterno, che in queste condizioni si compie, è perciò, di fronte alla somma dei lavori interni, quasi completamente trascurabile, e finisce a sua volta per trasformarsi in calore.

Quando un gas passa sotto un eccesso determinato di pressione da uno spazio ad un altro, dove le pressioni si mantengono rispettivamente costanti, e dove la velocità finale del fluido è piccola o nulla, l'espansione non ha luogo nella forma che noi attribuiamo ad una ordinaria trasformazione adiabatica invertibile, perchè la pressione esterna non fa ad ogni istante equilibrio a quella interna del fluido. L'energia interna si converte dapprima in gran parte in forza viva delle masse effluenti, ed in corrispondenza della sezione contratta nella vena si ha realmente un considerevole abbassamento di temperatura. Ma nell'urto delle molecole, ivi animate da grandissima velocità, contro

le pareti, o contro le molecole del fluido stagnante, l'energia cinetica è di nuovo convertita in calore. Questo riporterebbe la temperatura del gas al valore primitivo, se le pareti non ne assorbissero una parte, o se una causa indipendente di raffreddamento non esistesse nel lavoro delle forze molecolari. Dopo che l'osservazione di questo fenomeno interessante era stata fatta da Joule e da Thomson, il merito degli inventori moderni, a cui fu additato il cammino da William Siemens, è stato di saperlo utilizzare in modo razionale, moltiplicandone l'intensità mediante un processo continuo. Con questo l'effetto delle espansioni successive della medesima massa di un gas non perfetto in cicli ripetuti da esso, o quello dell'espansione di masse diverse, succedentisi senz'altro nella circolazione, si vanno, per così dire, accumulando, fino a raggiungere l'effetto che un'espansione semplice od altri mezzi pratici non sarebbero capaci di produrre.

La costruzione dell'apparecchio di Linde è abbastanza chiaramente dimostrata nella figura schematica annessa.

Un compressore doppio è comandato con cinghia da una motrice esterna. Nel cilindro *e*, di diametro maggiore, viene aspirata dell'aria esterna alla pressione atmosferica, e compressa a 20 atmosfere. Nel cilindro minore *d* la pressione è portata da 20 a 200 atmosfere. Nelle condotte di raccordo del primo col secondo cilindro, e del secondo coll'apparecchio di liquefazione, sono intercalate porzioni di tubo avvolto a serpentina attorno ai cilindri stessi; di quelle o di questi la temperatura si mantiene costante mediante una circolazione esterna di acqua, destinata a sottrarre la massima parte del calore dovuto alla compressione.

L'aria che viene all'apparecchio di liquefazione è però satura di vapore acqueo, e trascina meccanicamente delle goccioline d'acqua pel fatto, che una quantità considerevole di questo liquido si deve iniettare senza interruzione nei cilindri, allo scopo di diminuire gli spazi nocivi, e di assicurare la tenuta ermetica degli stantuffi. L'acqua presente nei cilindri, evaporandosi in parte, ha ancora il vantaggio di prevenire una elevazione troppo grande della temperatura nell'aria compressa.

È pertanto necessario di sottrarre all'aria destinata alla liquefazione la massima parte dell'acqua, affinché questa non venga all'atto del raffreddamento a congelarsi in seno al liquido. Questo si fa primariamente mediante il separatore *f*, a capo del quale, diminuendosi

improvvisamente la velocità della vena, le goccioline d'acqua precipitano e si raccolgono nel recipiente sottostante, per essere da questo estratte col rubinetto inferiore. Del vapore che satura tuttavia l'aria la massima

APPARECCHIO DI LINDE.

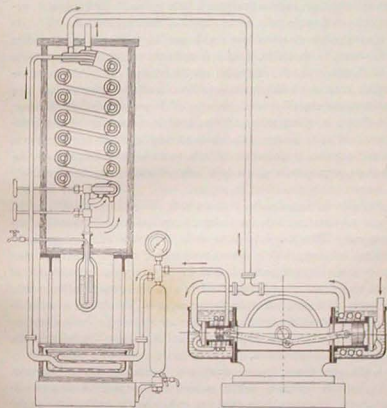


Figura schematica.

parte viene a condensarsi nel serpentino metallico *g*, completamente immerso in una miscela frigorifera di ghiaccio e sale, o di ghiaccio e cloruro di calce; questa ne mantiene la temperatura ad alcuni gradi sotto zero, e permette all'acqua di congelarsi in uno strato compatto di ghiaccio aderente alla parete. Prima di avviare la macchina questa acqua viene espulsa mediante un getto di aria a 100 atmosfere.

L'aria così essicata e compressa ha ora dunque una temperatura inferiore a quella del ghiaccio fondente, e contiene solo la piccolissima quantità di vapore che è capace in queste condizioni di saturarla. A -10° un metro cubo d'aria non contiene così che 2 grammi di acqua, ossia $\frac{1}{50}$ circa del proprio peso, che è una frazione trascurabile. In queste condizioni l'aria attraversa il tubo verticale che collega il serpentino refrigerante alla parte superiore dell'apparecchio.

L'apparecchio di espansione costituisce la parte più caratteristica della macchina di Linde. Esso è formato da un triplice serpentino a tubi di rame coassiali, dei quali quello interno costituisce la prosecuzione della condotta ad alta pressione. L'aria a 200 atmosfere, con una temperatura all'arrivo di circa -10° , lo percorre dall'alto al basso, e mediante la prima valvola *a*, vien lasciata espandere ad una pressione dieci volte minore. Alla macchina sono adattati due manometri, i quali segnano la pressione dell'aria prima e dopo l'espansione, in modo da potere, colla scorta delle loro indicazioni, regolare la valvola e mantenere le condizioni di regime.

Nell'atto della espansione, la quale si fa con estrema rapidità, poichè il gas acquista una velocità enorme, la massa di esso subisce un potente raffreddamento. Una parte della energia termica interna è distrutta, trasformandosi in lavoro necessario a vincere le forze interne di coesione. Un'altra parte, di gran lunga maggiore, è trasformata in forza viva della massa effluente. Dove questa è massima, nella sezione contratta della vena effluente, la temperatura è minima, e probabilmente fin dai primi istanti di funzionamento normale della macchina essa differisce già poco dalla temperatura di liquefazione dell'aria alla pressione di 20 atmosfere.

L'aria però non si lascia uscire con questa velocità dall'apparecchio. Dopo la sezione contratta la vena si allarga di nuovo ad occupare tutta la sezione della condotta successiva, la quale, pel maggior tratto del suo percorso, è costituita dalla intercapedine fra il tubo interno ed il primo dei due esterni coassiali, di cui è formato il serpentino. L'aria si muove in essa nella direzione opposta alla precedente, salendo dal basso all'alto, e rientra poi colla pressione normale di 20 atmosfere nella circolazione primitiva attraverso al tubo esterno ed al secondo cilindro del compressore. Siccome la velocità nella condotta è piccola, la forza viva a partire dalla sezione contratta si deve andare spegnendo in urti contro le pareti, e nei moti vorticosi del

fluido, al quale è restituita così la massima parte del calore che primariamente era stato trasformato in energia cinetica. La temperatura del gas risalirebbe perciò ad un valore poco diverso da quello iniziale, se una parte della energia termica non si fosse definitivamente trasformata in lavoro per vincere le forze di coesione.

In questa prima fase di preparazione, necessaria per portare la macchina alla temperatura di regime, tutta l'aria percorre alcune cicli non interrotti di trasformazione, dove il lavoro esterno utile è nullo, e dove, se il gas obbedisse veramente alle leggi di elasticità di un gas perfetto, la temperatura non dovrebbe più andare variando in una sezione qualsiasi. Essa sarebbe estremamente bassa nella sezione contratta, dopo la valvola di espansione; ma riprenderebbe il valore iniziale a piccolissima distanza da questa, ammettendo che le pareti non dessero passaggio a quantità sensibili di calore. Il calore sviluppato per la compressione verrebbe solo e per intero sottratto dal refrigerante, e costituirebbe l'equivalente del lavoro impiegato a muovere gli stantuffi.

Pel fatto che le forze di coesione molecolare hanno una grandezza finita, la temperatura dell'aria che ha subito una prima espansione si trova invece nella macchina considerevolmente diminuita. Giungendo essa al principio dell'esperienza alla valvola di espansione con una temperatura iniziale poco diversa da 0° , e subendo attraverso a questa una repentina espansione da 200 a 20 atmosfere, la sua temperatura si abbassa di circa 50° . Ora, risalendo essa in contatto colle pareti del serpentino, il cui tubo interno adduce nuova aria alla valvola, è chiaro che essa sottrae a questo ed al gas una quantità rilevante di calore, in modo che l'aria nuova giungerà alla valvola avendo una temperatura considerevolmente minore della precedente. Se il serpentino ha conveniente lunghezza e superficie, si può ottenere che l'aria non rientri nella circolazione, ossia non giunga nuovamente al secondo cilindro di compressione senza aver ripresa sensibilmente la temperatura primitiva. In tale condizione si compensa per intero la quantità di calore scomparsa nell'espansione mediante una eguale quantità sottratta all'aria in arrivo, oltre che all'apparecchio le cui parti diverse devono assumere una temperatura che si va facendo continuamente più bassa.

Il limite teorico inferiore delle temperature conseguibili in questo modo è naturalmente subordinato alla costruzione dell'apparecchio, ed

alle maggiori o minori quantità di calore, le quali si possono ad esso trasmettere dall'esterno. In pratica le diverse parti del sistema vengono colla massima cura protette mediante involucri di materiale coibente, in modo da ridurre le trasmissioni al minimo. Come sostanza ottima per la poca conduttività è impiegata da Linde la lana naturale, adagiata sotto forte pressione tra le spire del serpentino ed attorno ai tubi ed alle valvole di espansione, e trattenuta in posto da una guaina robusta di legno.

D'altronde prima che la temperatura abbia raggiunto il limite teorico più basso una parte dell'aria verosimilmente si condensa, e libera una quantità di calore, che possiamo denominare calore latente della sua vaporizzazione, e che contribuisce a mantenere la temperatura nelle parti corrispondenti dell'apparecchio stazionaria. Il termometro termoelettrico da questo momento mantiene costante la sua deviazione, la quale corrisponde ad una temperatura poco differente da -190° .

Se ora la seconda valvola, che nella figura è indicata colla lettera *b*, improvvisamente si apre, una parte dell'aria, che ha già subita la prima espansione da 200 a 20 atmosfere, passa attraverso ad essa da 20 ad 1 atmosfera, e si riversa all'esterno attraverso alla intercapedine che è limitata dai due tubi esterni coassiali del serpentino, percorrendola dal basso all'alto. In questa espansione una parte dell'energia interna dell'aria è ancora impiegata nel lavoro occorrente a vincere le forze di coesione, le quali a questa bassissima temperatura sono certamente molto rilevanti, ed una piccola parte è convertita in lavoro per vincere le forze esterne, poichè si sposta una piccola quantità di aria atmosferica. La temperatura tende dunque ancora a diminuire, ed una maggior quantità di gas si deve condensare. La macchina attualmente si trova in condizioni normali di funzionamento, e può fornire in ogni unità di tempo una quantità di aria liquefatta, la quale dipende dalle dimensioni sue e dalla quantità di lavoro consumato nel compressore.

La Società per la fabbricazione delle macchine a ghiaccio del sistema Linde a Monaco costruisce simili apparecchi da laboratorio per la liquefazione dell'aria in tre grandezze, capaci di produrre ogni ora 0.75, 1.25 e 2.0 litri di aria liquida. L'energia da essi richiesta è rispettivamente di 3.5, 5.5 ed 8.5 cavalli vapore.

L'apparecchio acquistato per generosa iniziativa della Direzione del R. Museo Industriale, ed installato da alcuni mesi nel Gabinetto di

fisica tecnica, è uno di quelli del modello più piccolo, e basta completamente a scopi di ricerche scientifiche. Un apparecchio del medesimo tipo è stato recentemente donato da alcuni mecenati milanesi a quel Laboratorio chimico della Società di Incoraggiamento di Arti e Mestieri. Una macchina simile, di costruzione inglese, esisteva già da qualche tempo nell'Istituto chimico della R. Università di Roma, ed un'altra figurò durante l'estate scorsa alla Esposizione di Igiene di Napoli.

Per le grandi macchine destinate alla produzione industriale dell'aria liquida la Società Linde progetta, a luogo del semplice serpentino refrigerante, delle piccole macchine ad ammoniac, destinate al raffreddamento preliminare dell'aria, non che adatti sistemi depuratori a cloruro di calce per la sua essiccazione. Essa calcola che alla produzione di 10, 20, 50, 100 litri di aria liquida in un'ora possa occorrere una energia di 20, 52, 105 e 190 cavalli vapore rispettivamente, ed una spesa di impianto di circa 20.000, 30.000, 54.000 ed 81.000 marchi, escluse le macchine motrici.

Ora, dopo che il principio ed il funzionamento delle macchine moderne per la liquefazione dell'aria sono stati sommariamente esposti, si presenta naturale la domanda. Come potrà essere il nuovo liquido conservato, e maneggiato, ed a quali usi principalmente lo si potrà destinare?

Nella figura schematica di sezione della macchina di Linde è rappresentato un vaso di vetro di forma speciale, destinato a raccogliere l'aria che nella doppia espansione si è liquefatta, e si precipita all'atto in cui viene aperta la seconda valvola. L'estrazione è fatta attraverso ad un tubo pescante fin pressato al fondo nel liquido, e comunicante all'esterno mediante un rubinetto, da cui il liquido effluisce quando si crea nell'interno un leggero eccesso di pressione. Basta perciò aprire leggermente la seconda valvola, ed otturare l'apertura di sfogo nell'atmosfera. In pratica è applicato pure a questa parte della condotta un manometro a mercurio, non segnato in figura, colla scorta del quale la pressione può essere regolata a piacimento.

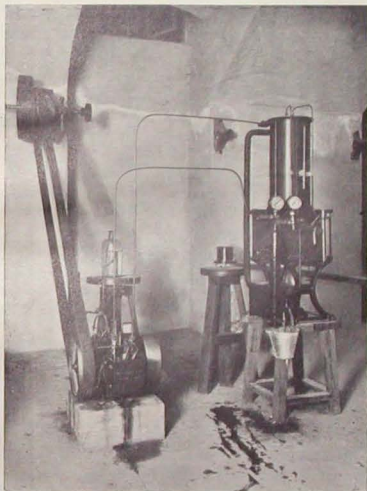
Il recipiente collettore di vetro ha la forma di quelli ideati da Dewar, e permette la conservazione dell'aria liquefatta alla pressione atmosferica per un tempo assai lungo. Esso è costituito con doppia parete di vetro, e nell'intercapedine non esiste alcuna traccia di aria, essendosi fatto il vuoto più perfetto possibile. Nella propagazione del

calore attraverso al sistema di pareti multiple è perciò radicalmente eliminato ogni fenomeno di convezione, mentre la conduttività del vetro è per sé stessa piccolissima, e l'irradiazione da una parete all'altra è molto limitata.

I recipienti di Dewar rappresentano il più grande perfezionamento tra i mezzi ordinari e gli apparecchi intesi a limitare la trasmissione del calore. L'introduzione loro è stata così feconda da rendere essa primariamente possibile ed economica la manipolazione e conservazione di tutti i gas liquefatti. Dewar ne fece l'applicazione dapprima alle misure calorimetriche di precisione, e poi in tutte le sue esperienze sopra gas condensati a bassissima temperatura. Queste ammirabili ricerche, intraprese e condotte quasi ininterrottamente, e con indirizzo rigorosamente ed esclusivamente scientifico, durante gli ultimi venticinque anni nel laboratorio di fisica e di chimica della Royal Institution di Londra, colla collaborazione a volta a volta di Liveing, Fleming, Moissan ed altri, costituiscono la parte più geniale dell'opera del valoroso scienziato; la continuazione più degna, ed il migliore coronamento dell'opera di Davy e di Faraday, i quali nel medesimo laboratorio per quasi tre quarti di secolo avevano, con meravigliosa costanza e con profondo sapere, proseguite le loro classiche ricerche nella chimica dei gas e nei rami più fecondi della fisica.

Dewar realizza nella intercapedine compresa fra le pareti doppie dei suoi bulbi di vetro il vuoto più perfetto che sinora sia stato industrialmente conseguito, praticandovi primariamente il vuoto torricelliano, poi sottraendo la massima parte del vapore di mercurio che satura lo spazio alla temperatura ordinaria. A tal uopo ai bulbi, dopo che essi hanno ricevuta la forma che devono avere, e che è appropriata agli usi a cui vogliono essere adibiti, vengono saldati dei tubi di vetro della lunghezza di circa 1 metro, e da questi si ricavano mediante soffiatura piccole bolle o rigonfiamenti nella contiguità della saldatura. Riempita la intercapedine del bulbo, la bolla ed il tubo con mercurio distillato, e fatto bollire, viene capovolto il sistema in un pozzetto barometrico. Il liquido si abbassa fino all'altezza della colonna che fa equilibrio alla pressione atmosferica. Nella parte cavasi traccia d'aria, se l'operazione è stata ben condotta: è presente solo la piccola quantità di mercurio, che riempie in qualità di vapore saturo quello spazio limitato. Se la temperatura è quella del ghiaccio

LABORATORIO DI FISICA TECNICA del R. Museo Industriale Italiano.



Macchina di Linde per la liquefazione dell'aria.

fondente, la tensione del vapore saturo di mercurio non eccede 0,015 millimetri; un cinquantamillesimo circa della pressione atmosferica. Il bulbo colla bolla annessa possono così essere distaccati dal tubo, saldando l'apertura di questo sul posto colla lampada a gas. Se ora sopra una porzione qualunque della superficie della bolla o del bulbo si produce un forte raffreddamento, sovrapponendovi, per esempio, un fiocco di cotone imbevuto di aria liquida, una gran parte del vapore interno di mercurio vi è condotto a condensarsi, e si congela, formando uno strato solido sottilissimo a superficie speculare. Se tutta la piccola bolla viene immersa nell'aria liquida, quasi tutto il mercurio si solidifica in quel modo, lasciando nel bulbo sovrastante solamente la quantità di mercurio che ne riempie lo spazio in qualità di vapore saturo alla temperatura del liquido refrigerante. Questa quantità non può essere valutata altrimenti che mediante un calcolo approssimato; ma essa è tanto esigua, da potersi veramente paragonare ad una grandezza infinitesima. In tali condizioni viene chiuso alla lampada il bulbo, saldandone in posto la connessione colla bolla raffreddata, ed esso è pronto ad essere adoperato. Il vuoto non si altera se non col tempo e con un uso prolungato.

Salvo che Dewar non era pago di avere recipienti, dove la trasmissione di calore per convezione dall'una all'altra delle pareti fosse completamente eliminata. Il calore raggiante dai corpi esterni attraverso alle pareti trasparenti bastava a mantenere il liquido interno in una lenta continua ebollizione, per la quale una quantità considerevole di esso si andava di continuo sperdendo. Dewar ridusse anche quelle quantità di calore al minimo, rivestendo la faccia interna dell'involucro esteriore con un sottilissimo strato di argento, in modo da renderne la superficie perfettamente speculare. Tubi di questa natura permettono la conservazione dell'aria, o di gas qualsiasi liquefatti, per un tempo senza confronti maggiori dei recipienti ordinari, e considerevolmente più lungo che non i recipienti di Dewar a semplice vuoto.

Dewar ha ancora trovato il modo di realizzare recipienti a vuoto, la cui parete è completamente trasparente alla temperatura ordinaria, ma si riveste di una patina solida speculare quando in essi è mantenuto un gas liquefatto. Essi vengono fabbricati colle stesse cautele dei semplici tubi a vuoto, prima descritti, avendo l'avvertenza di lasciare nello spazio racchiuso tra le due pareti una piccola quantità di mercurio. Al momento in cui, per la presenza dell'aria o del gas



liquefatto, la parete interna viene energicamente raffreddata, mentre quella esterna si conserva alla temperatura ordinaria, una gran parte del vapore di mercurio che è presente nell'intercapedine si condensa, e solidifica in contatto colla prima, ed una quantità nuova formandosi per la somministrazione di calore che si fa dall'esterno, va a sua volta a condensarsi come la precedente, così che per un processo di distillazione la massima parte del mercurio si va a deporre sulla parete, e le dà un aspetto perfettamente speculare. Al cessare del raffreddamento il mercurio si vaporizza di nuovo in parte, ed il rimanente si raccoglie liquefatto al fondo del recipiente.

In America la fabbricazione di aria liquefatta per scopi di ricerca ed applicazioni industriali ha già preso uno sviluppo grandioso. Le ingenti quantità, che, a prezzo relativamente basso, vengono ricavate colle macchine Tripler, hanno permesso di impiegarla senza tutta quella parsimonia, che la limitatezza dei mezzi ed il costo dell'energia impone ai nostri laboratori. L'aria liquefatta viene raccolta perciò colti in grandi recipienti metallici, circondati da un involucro isolante di feltro e protetti da una guaina esteriore. Una semplice copertura di feltro previene in misura sufficiente la trasmissione di calore dall'esterno alla superficie del liquido, il quale può facilmente in questo modo essere con moderato dispendio immagazzinato e trasportato a grandi distanze.

Nel tubi di Dewar l'aria liquida si maneggia con tutta semplicità, potendosi impunemente toccare la parete esterna del bulbo, poichè la sua temperatura differisce pochissimo dalla temperatura ordinaria dell'ambiente. Per altra parte, venendo anche l'aria liquefatta in contatto con corpi alla temperatura ordinaria, per un fenomeno analogo a quello da cui origina lo stato sferoidale dei liquidi mantenuti sopra superfici considerevolmente surriscaldate ha luogo alla periferia una rapida evaporazione, i cui prodotti gassosi in sottilissimo strato, separando il liquido freddissimo dalla parete, attenuano grandemente la trasmissione di calore, e la ulteriore vaporizzazione. È dovuta forse a questo fatto la possibilità di toccare impunemente per breve tempo i prodotti freddissimi della condensazione dei gas, come l'anidride carbonica e l'aria liquefatta, e di immergervi per breve tempo le mani senza riportarne una scottatura paragonabile a quella che darebbe istantaneamente un liquido caldo, il quale presentasse, rispetto al nostro corpo, una eguale differenza in più di temperatura.

L'aria liquefatta ha l'aspetto di un liquido trasparente, di tinta leggermente azzurrognola, la cui temperatura, quando essa bolle sotto la pressione atmosferica, si scosta poco da -190° . In particolare le temperature di ebollizione dell'ossigeno e dell'azoto sotto la pressione atmosferica determinate da Wroblewski sono di -181° e -194° rispettivamente. Nell'aria atmosferica i due gas essendo contenuti approssimativamente nella proporzione di 1:4 e 3:4, la temperatura di ebollizione dell'aria da poco liquefatta, nella quale essi conservano ancora le stesse proporzioni, è più vicina al secondo che non al primo valore. La temperatura critica è prossima a -140° . Però pel fatto che la temperatura di ebollizione dell'azoto è sensibilmente più bassa, lasciata la miscela a sé, questo si volatilizza più rapidamente, in conseguenza di che la temperatura del liquido va lentamente aumentando, e cresce in misura sensibile la proporzione dell'ossigeno di fronte all'azoto. Così l'aria liquefatta, preparata da un certo tempo, appare più ricca di ossigeno, e si presta meglio alle applicazioni dove soprattutto l'azione di questo elemento è necessario. Non è difficile ottenere mediante lenta distillazione parziale un liquido che contenga l'ossigeno e l'azoto nella proporzione di 3:4 ed 1:4.

Olzowski determinò la densità dell'ossigeno e dell'azoto liquefatti, alla temperatura a cui essi bollono sotto la pressione atmosferica. Egli trovò rispettivamente 1,124 e 0,885. I due corpi devono dunque avere, per la differenza di peso specifico, una tendenza a separarsi nella mescolanza che costituisce l'aria liquefatta, ed in particolare l'azoto a portarsi alla parte superiore, con che ne è maggiormente facilitata la evaporazione. Wroblewski già nel 1855 osservò, liquefacendo l'aria, la possibilità di separarne meccanicamente liquidi di densità diversa, contenenti in diversa proporzione le sostanze costituenti l'aria atmosferica. Il problema della loro separazione per iscopi industriali è studiato ora con sapiente pertinenza dal prof. Linde, di cui le fatiche generose avrebbero un compenso adeguato se si coronassero di un così brillante successo.

L'aria liquida contiene naturalmente solidificate le quantità di acqua e di anidride carbonica, che essa ha trascinata con sé dall'atmosfera esterna, o dalle parti attraversate dell'apparecchio di condensazione. Sono queste, e sopra tutto l'anidride carbonica, che danno al liquido nel loro stato di grande suddivisione quell'aspetto biancastro che esso presenta all'uscita dalla macchina, e gli tolgono in parte la traspa-

renza. È però facile rimuoverla in massima mediante filtrazione attraverso a carta porosa con un filtro ordinario. L'anidride carbonica condensata nelle regioni dell'apparecchio, ove la temperatura è più bassa, era talora ostacolo al passaggio del gas, e richiedeva una sorveglianza diligente delle valvole per il mantenimento della pressione normale.

Se si fa evaporare rapidamente una parte dell'aria liquida raccolta in un tubo isolante, diminuendo considerevolmente la pressione, il calore necessario alla vaporizzazione è in massima parte sottratto al liquido rimanente. La temperatura di questo si può in tal modo sensibilmente abbassare, di guisa che una parte del liquido si solidifichi. Dewar ottenne in tal modo il congelamento dell'aria in un tubo a doppia parete, contenente aria liquida, e nel quale era prodotta mediante una macchina pneumatica una grande rarefazione. All'esterno il tubo era protetto con interposizione di un giunto di gomma elastica da un tubo analogo, parimenti contenente aria mantenuta in ebollizione mediante diminuzione di pressione. Tripler riuscì con questo artificio a raffreddare così potentemente la parete di un tubo ordinario di vetro, da produrre all'esterno la condensazione dell'aria secca, le cui goccioline liquide, accumulandosi alla superficie, ne defluivano come quelle d'acqua che si condensano in un ambiente saturo di vapore alla superficie di un vaso ordinario convenientemente raffreddato.

Il risultato più rimarchevole nel campo delle sue ricerche a bassissime temperature fu ottenuto da Dewar nel maggio del 1898, quando egli giunse alla liquefazione dell'idrogeno in forma stabile, ed in proporzioni tali da permettere di eseguire sopra di esso la determinazione delle principali costanti caratteristiche. L'idrogeno raffreddato a -255° , mediante aria in ebollizione sotto pressione minore della atmosferica, era compresso a 180 atmosfere. La sua espansione alla pressione atmosferica avveniva in un tubo isolante a doppia parete, dopo che il gas aveva percorso un tubo a serpentino, al cui estremo inferiore era situata la valvola. Il gas subiva così un raffreddamento energico per la spesa di lavoro necessaria a vincere la pressione esterna, non meno che le forze interne di coesione molecolare, le quali con ogni verosimiglianza a queste bassissime temperature hanno anche per questa sostanza una entità considerevole. Sfuggendo dal basso all'alto fra la parete del serpentino e quella del tubo vuoto, esso raffreddava ulteriormente il gas in arrivo, essendo

le trasmissioni dall'esterno sostanzialmente prevenute mediante un secondo tubo a vuoto entro il quale si manteneva aria liquida in ebollizione a -200° . In pochi minuti l'idrogeno liquido cominciò a sgocciolare dal serpentino, e si raccolse in quantità considerevole al fondo del recipiente. Il liquido aveva la densità estremamente piccola di 0,08; la sua temperatura era -238° essendo la temperatura critica -223° . Immergendovi tubi di vetro pieni d'ossigeno, oppure aperti nell'aria atmosferica, questi gas immediatamente si solidificavano. Bulbi chiusi, pieni d'aria, muniti di un rigonfiamento come quello descritto nella fabbricazione dei tubi ordinari di Dewar, all'immersersi di questo nell'idrogeno liquefatto, davano luogo alla istantanea solidificazione della massima parte dell'aria, ed alla produzione di uno dei vuoti più perfetti che finora siano stati conseguiti, senza l'aiuto di alcuna pompa od apparecchio esterno di rarefazione. Se la preparazione dell'idrogeno liquido non fosse a sua volta tanto complicata, nessun mezzo più semplice si potrebbe ideare per la fabbricazione su vasta scala dei bulbi ad aria rarefatta, tanto divulgati nell'industria delle lampade ad incandescenza, e necessari per sì gran numero di apparecchi di fisica.

Diminuendo ad arte la pressione sotto la quale l'idrogeno liquido era lasciato evaporare, Dewar ottenne la più bassa temperatura che fosse stata in modo durevole conseguita e misurata fin allora. Trattandosi di un liquido, la cui temperatura di ebollizione sotto la pressione atmosferica è già così bassa, naturalmente l'abbassamento ulteriore di temperatura non poteva essere molto rilevante. Sotto una pressione di alcuni centesimi di atmosfera la temperatura dell'idrogeno bollente segnata dal termometro elettrico a filo di platino era di -247° : circa 26 gradi assoluti. Forse non è lecito accettare senza riserve le indicazioni di un tale apparecchio di misura, la cui graduazione è esclusivamente empirica, poichè le osservazioni sono fatte in una regione della scala completamente esterna all'intervallo entro cui essa venne determinata per diretto confronto delle variazioni di resistenza ohmica colle temperature date da un termometro a gas. Per altra parte le indicazioni di questo sono completamente illusorie, quando la temperatura sua si avvicina sensibilmente a quella di liquefazione, onde in questi casi estremi i termometri elettrici a resistenza metallica, o quelli a coppia termoelettrica, forniscono tuttavia le indicazioni più attendibili.

L'idrogeno liquefatto si presentò ancor esso sotto forma di un liquido trasparente, quasi incolore, e non conduttore dell'elettricità, contrariamente all'opinione di molti, i quali, dal modo di comportarsi dell'idrogeno nelle condizioni ordinarie credevano di poter arguire una più intima analogia coi metalli, ed una rassomiglianza diretta col mercurio nella condizione di avvenuta condensazione.

Con gli apparecchi potenti dei quali dispone la Royal Institution di Londra, ed in particolare coi mezzi di cui fu dotato dal dottor L. Mond lo speciale laboratorio di ricerche, ad essa annesso nel 1896, ed intitolato alla memoria di Davy e di Faraday, il prof. Dewar ha esteso per primo le sue ricerche a basse temperature a tutti i capitoli più importanti della chimica, della fisica, della meccanica dei corpi elastici. Più recentemente anche in altri laboratori, dotati di mezzi adeguati, altri scienziati valorosi hanno portato a quegli studi geniali contributi importanti.

L'aria liquida, che ormai è possibile di fabbricare a poco prezzo in quantità comunque grandi, costituisce un refrigerante prezioso, alla temperatura del quale si possono comodamente esaminare le proprietà delle sostanze, e studiare il comportamento della maggior parte dei reagenti. I limiti di tempo imposti ad una pubblica conferenza sono di gran lunga troppo ristretti per una trattazione completa dell'interessantissimo argomento. Io ne ricorderò appena di volo alcuni punti che mi paiono maggiormente importanti, ed accennerò soltanto alle principali applicazioni che il nuovo agente ha avute, ed a quelle che paiono prometterci più feconde per l'avvenire.

I liquidi ordinari sono alla temperatura dell'aria liquefatti tutti congelati. Il mercurio, la cui temperatura di solidificazione è prossima a 40° , prende la tenacità del piombo, e può foggarsi in forma qualsiasi. L'etere etilico, che si solidifica a 117° , l'alcool a 190° , danno un ghiaccio trasparente, che all'aspetto mal si distingue da quello dell'acqua. Le sostanze organiche, contenenti quantità d'acqua rilevanti, assumono la rigidità di corpi cristallini, e si possono con tutta facilità frantumare e polverizzare. È notevole che i fiori così trattati conservano quasi indistintamente i loro colori naturali, assomigliando ad impareggiabili fiori artificiali di porcellana. Accade per contro di molte soluzioni di tali minerali, che esse mutano sostanzialmente di colore, pel fatto che i loro coefficienti di rifrazione e di assorbimento a tale temperatura sono profondamente modificati. Così

per es. l'ossido, il solfuro ed il ioduro di mercurio, non meno che il bicromato di potassa, diventano gialli od aranciati: il nitrato di uranio ed il cloruro doppio di platino ed ammonio diventano bianchi. L'acido cromatico, una soluzione diluita di iodio nell'alcool, una concentrata di cloruro di ferro, ed altre soluzioni colorate prendono tinte e colori completamente diversi da quelli che hanno alla temperatura ordinaria.

Le proprietà elastiche dei corpi solidi subiscono marcatissime alterazioni. La gomma elastica diventa fragile come il vetro. Il piombo assume quasi l'elasticità dell'argento, e può rendere un suono marcato quando è fatto vibrare in forma di lamina o di campana. Il modulo di elasticità è notevolmente accresciuto in quasi tutte le sostanze, e sono alterati in modo sensibile i coefficienti di torsione, flessione, la dilatazione lineare, nonché il carico di rottura.

Le proprietà magnetiche del ferro, dell'acciaio, del nichel sono state studiate alla temperatura dell'aria liquida, e l'influenza di cicli successivi di raffreddamento e riscaldamento fu osservata sopra le sostanze magnetiche in generale. L'ossigeno, tra i gas liquefatti, ha rivelato una permeabilità magnetica considerevole. Una lunga serie di misure fu eseguita sul comportamento termoelettrico dei metalli principali e di molte leghe, nell'intervallo di temperatura compreso fra quella di ebollizione dell'acqua, e quella di ebollizione dell'aria alla pressione atmosferica.

Una delle ricerche più feconde ed importanti è stata quella sulla variazione delle resistenze elettriche a bassissima temperatura. I risultati furono pubblicati già nel 1892 dai professori Dewar e Fleming, e sono degni del più alto interesse. Essi dimostrano che la resistenza elettrica dei metalli assolutamente puri va col decrescere della temperatura continuamente decrescendo, in modo che, al tendere di questa verso lo zero assoluto, essa tende a zero, od almeno ad un valore estremamente piccolo. L'importanza del fatto emerge di per sé. Se noi fossimo in grado di mantenere un conduttore elettrico, costituito da un metallo puro, a temperatura poco diversa dallo zero assoluto, al passaggio d'una data corrente elettrica la dissipazione di energia per effetto di Joule sarebbe estremamente esigua. Al limite noi potremmo immaginare un conduttore di sezione comunque piccola, trasmettente una corrente comunque intensa, senza dar luogo ad alcun disperdimento sensibile di energia. Le nostre trasmissioni e distribu-

zioni di energia elettrica si farebbero allora nelle condizioni ideali di un rendimento eguale all'unità. Ora non è certamente da pensare alla possibilità di mantenere tutto un reticolato od una lunga linea di conduttori al limite teorico più basso della temperatura che noi possiamo ideare. Nulla toglie però che a quel limite noi ci possiamo in venire in qualche modo avvicinare, e la fantasia vivace di Elihu Thomson non s'è sgomentata davanti all'ipotesi, che in un tempo non remoto una rete di canalizzazioni elettriche si potesse realizzare, coi principali conduttori raffreddati da circolazioni di aria liquefatta ad una temperatura che dista dallo zero assoluto solamente la quarta parte della temperatura ordinaria. Se le resistenze variano con approssimazione proporzionalmente alle temperature assolute dei conduttori, una enorme quantità di energia elettrica potrebbe venire così economizzata. E se, col perfezionarsi dei mezzi di fabbricazione, questa energia diventasse esuberante alla produzione del liquido refrigerante, la geniale proposta americana cesserebbe forse di sembrar paradossale.

Nel trattamento chimico delle sostanze l'aria liquida ha reso e potrà rendere i più segnalati servizi. Dewar e Moissan nel 1897 riuscirono mediante essa alla liquefazione del fluoro, ed a mostrare che questo, alla temperatura di ebollizione sotto la pressione atmosferica, la quale non differisce molto da quella dell'aria, resta chimicamente inerte di fronte al silicio, al boro, al carbone, al solfo, al fosforo ed al ferro; sostanze tutte che esso attacca violentemente alla temperatura ordinaria. Con un processo di condensazione parziale entro un bagno refrigerante di aria liquida, bollente sotto piccola pressione, Dewar dimostrò la solubilità dell'idrogeno gassoso nell'aria liquefatta, nella proporzione di uno per mille circa del volume originario, e dello stesso apparecchio separò in quantità considerevoli l'olio dal gas che sviluppano le acque della King's Well a Bath in Inghilterra; questo contiene quel gas raro nella proporzione di un millesimo circa del suo volume.

Molte sostanze liquide, mediante solidificazione parziale o parziale distillazione, possono essere purificate. Sono necessario per questo, o possono utilizzarsi con grande vantaggio, basse temperature, che coi nuovi metodi di refrigerazione si ottengono senza difficoltà. Possono, per es., essere preparati in tal modo clorofornio, alcool, etere purissimi per congelamento o cristallizzazione. Alcune sostanze rare pos-

sono separarsi dai liquidi o gas, entro i quali si trovano in minime proporzioni contenute. Di molte altre sostanze può essere controllata la purezza determinandone esattamente la temperatura critica, la quale per tracce esigue di corpi suol essere modificata considerevolmente, come ha osservato Pictet.

Processi chimici di ossidazione possono apparecchiarsi in modo da lasciarli avvenire con estrema rapidità all'istante desiderato, se le sostanze combustibili sono messe in presenza di una quantità conveniente di ossigeno liquefatto, anche quando sia a questo mescolata una quantità di sostanza inerte, come l'azoto dell'aria. Formando una mescolanza di cotone ordinario e fina polvere di carbone, e versandovi sopra aria liquefatta, arricchita di ossigeno mediante prolungata conservazione, la sostanza può dar luogo ad una violenta combustione se un punto qualunque di essa è portato all'ignizione. Un fuscillo di legno, un carbone di lampada ad arco, un filo sottile di acciaio, possono abbruciarsi con vivissima luce, immergendoli con un punto incandescente nell'aria liquida, che si contiene, per es., in un pozzetto praticato in un blocco di ghiaccio, o magari entro la cavità di un blocco di alcool solidificato che conserva la temperatura di 130° sotto lo zero.

Per questa sua attitudine speciale l'aria liquida venne applicata già in certa misura nella preparazione di esplosivi, la cui energia non sembra essere inferiore a quella della ordinaria dinamite. Nella galleria che si sta traforando attraverso al Sempione, dalla parte di Briga, il prof. Linde aveva installato due macchine del suo sistema, per studiare sul posto l'applicazione in vasta scala dell'aria liquefatta alla fabbricazione di cartucce esplodenti. Queste venivano confezionate originariamente con un impasto di sabbia silicea e petrolio, contenendole in semplici astucci di carta traforata. Più tardi venne sostituita alla sabbia la farina di grano. Al momento di adoperarle si immergevano per alcuni minuti le cartucce nell'aria liquefatta, e rapidamente si collocavano in posto, per esservi mediante una miccia od una scintilla elettrica accese. L'esplosione era capace di produrre effetti considerevoli, quando avveniva immediatamente dopo la saturazione col l'ossigeno liquefatto. Appena però alcuni istanti erano trascorsi dalla preparazione, nell'ambiente molto caldo della roccia la massima parte dell'aria liquida si vaporizzava, e la cartuccia perdeva quasi completamente la sua potenza. Gli esperimenti di Linde furono perciò in-

terroiti, non consentendo l'urgenza dei lavori alcuna dilazione nella avanzata della galleria. È però desiderabile che prove simili vengano rifatte e proseguite altrove, attesa l'importanza che il nuovo esplosivo potrebbe avere, non tanto per la sua efficacia, quanto per la minor produzione da esso occasionata di gas nocivi nell'ambiente ristretto delle miniere, dove una rianovazione igienica dell'aria riesce solitamente tanto difficile. Nelle miniere di carbone a Pensburg, in Baviera, l'aria liquida venne a questo intento utilizzata già per vari mesi con successo.

Pictet, il quale a sua volta ha portato nella risoluzione del problema della liquefazione del gas uno dei contributi storicamente e praticamente più preziosi, ha lungamente studiato l'applicazione delle basse temperature nel trattamento di alcune malattie. Egli costruì perciò quello che egli chiamò un bagno a freddo; una piccola camera a doppia parete, protetta all'esterno ed all'interno da materiali coibenti per prevenire il contatto diretto col corpo umano, oltre che le dispersioni di calore. Con una circolazione refrigerante di acido carbonico e di acido solforoso liquefatti, evaporanti sotto piccola pressione, egli riuscì a realizzare nel ristretto ambiente una temperatura di -110° . Il paziente aveva posto sopra una sedia, tenendo la testa esterna, e proteggendo la parte superiore del corpo con una coperta di lana. L'effetto della immersione, la cui durata non poteva essere senza pericolo esagerata, fu ben marcato. Per la tendenza del corpo a mantenere la sua temperatura normale, la circolazione del sangue ed il processo della sua ossidazione si faceva con molto maggiore intensità. Dopo una cura sistematica di simili immersioni, prolungate da 8 ad 11 minuti nei mesi di febbraio e marzo del 1894, Pictet dichiara di avere egli stesso risentito un vantaggio notevole nella sua salute, la quale soffriva da anni per disturbi di stomaco di carattere dispeptico. Alla Esposizione di Ginevra, nel 1895, egli presentò due simili apparecchi, nei quali la temperatura era solitamente mantenuta a circa -90° . Due dottori ebbero l'incarico di studiare sopra persone di carattere e costituzione diversa l'azione dei nuovi bagni di aria fredda, e presentarono nel 1897 la loro serie di osservazioni all'Accademia di Medicina di Parigi. Il prof. Pictet ne ha riassunto e discusso i risultati nella sua bella monografia sulla frigoterapia, pubblicata due anni or sono.

Il dottor Ribart ha utilizzato acido carbonico solidificato, puro o mescolato con cloruro di etile, per rapide applicazioni frigoterapiche

localizzate. Il dottor Clark, di Nuova York, si serve di simili applicazioni di aria liquida regolarmente nella cura di malattie della pelle e dei tessuti superficiali. Questi perdono, dopo un trattamento adatto, completamente la loro vitalità, e possono col tempo separarsi di per sé dai tessuti sottostanti, sopra i quali si è venuto formando un nuovo strato di pelle. L'applicazione non deve essere naturalmente fatta da mano inesperta, pel rischio di compromettere organi vitali o di intaccare i tessuti delle ossa.

D'Arsonval a Parigi ha sperimentato l'aria liquida, e l'effetto sulle bassissime temperature, sulla esistenza dei bacilli speciali. Il dottor Clark ritiene che essa sia sufficiente a distruggere tutta la vita degli organismi batteriologici.

In ognuno di questi campi, poco esplorati finora, l'impiego dell'aria liquefatta o di altri agenti, aventi finora analoghe proprietà e temperature, potrà riuscire fecondo di risultati preziosi, che per ora non è nemmeno possibile prevedere.

In America l'aria liquida si utilizza già in proporzioni considerevoli a sostituire refrigeranti di altra natura, quando il conseguimento di temperature più basse, o l'economia dello spazio, ha particolare importanza; così essa sostituisce con vantaggio il ghiaccio nei carri da trasporto di frutta, carni, ecc. Ma l'applicazione di gran lunga più importante è cercata nella industria delle macchine motrici.

Non è possibile immaginare fin d'ora tutte le forme di meccanismi motori, nei quali il nuovo agente potrà essere impiegato nell'avvenire; come refrigerante, la cui temperatura è senza confronto più bassa di tutte quelle sin qui realizzate con mezzi industriali; come comburente, nel quale si condensa in un volume piccolissimo una quantità grande di ossigeno, in buona parte spogliato delle sostanze inerti che ne diminuiscono l'efficacia nell'aria atmosferica; come semplice liquido, capace di vaporizzarsi a bassissima temperatura, sottraendo utilmente la quantità necessaria di calore ai corpi esterni, non più bisognosi di artificiale riscaldamento, ma riceventi direttamente la loro energia termica dall'atmosfera o dal sole che ne è la prima sorgente.

Nella termodinamica si dimostra che il massimo rendimento teorico di una macchina, trasformante calore in lavoro, è tanto più elevato quanto più grande è l'intervallo fra le temperature assolute estreme che nel ciclo si realizzano; ed, a parità di differenza di temperature, quanto meno lontana è la temperatura minore dallo zero assoluto.

Abbassandosi il limite inferiore delle temperature, il coefficiente economico si eleva, e se noi fossimo in grado di far funzionare una macchina ad aria secondo un ciclo perfetto fra la temperatura a cui essa bolle sotto la pressione atmosferica, e quella dei corpi esterni, comunque poco differente dallo zero ordinario, il rendimento teorico raggiungerebbe 70%, mentre nelle ordinarie motrici a vapore esso oltrepassa di rado 20%.

Naturalmente l'aria liquida dovrà sempre essere prodotta spendendo una quantità di energia, e mediante meccanismi comandati da altri motori, che avranno un rendimento limitato. Il problema però della trasformazione della energia potrà avere dalle nuove applicazioni di questo agente un grande vantaggio, quando il prezzo della sua fabbricazione si sarà convenientemente abbassato, semplificandosi i sistemi e realizzandosi una più larga utilizzazione delle forze naturali, il cui valore intrinseco non è altrimenti fissato che dall'opera dell'uomo. In ogni caso, alle ricerche pazienti degli studiosi nei laboratori, non meno che alle ardue imprese dei tecnici nell'industria, è offerta nel nuovissimo campo una messe abbondante di frutti, i quali saranno non meno preziosi per la scienza che vantaggiosi per l'umanità. Di questa e di quella avranno altamente bene meritato i generosi che quelle ricerche hanno iniziate, e quelli che alla continuazione loro hanno concorso con mezzi adeguati e munificenti.

Agli uni ed agli altri portiamo con riconoscenza il nostro plauso sincero.

Torino, il 20 novembre 1900.

L. LOMBARDI.

LA TRASMISSIONE DELLA FORZA MOTRICE

a grandi distanze

I.

I primi meccanismi motori che l'uomo ideò per venire in aiuto alle proprie forze furono, senza alcun dubbio, i motori idraulici. Nulla di più naturale che il pensare di utilizzare la forza di una cascata, facendole colpire le palette di una ruota; ed appunto le *ruote a palette* che, nella loro forma rudimentale, sono state uno dei sollazzi della nostra infanzia, rappresentano l'infanzia della meccanica dei motori.

Anche la forza dei venti, meno costante e meno governabile, ma anche meno localizzata, suggerì all'uomo i *mulini a vento* che, per ordine cronologico, dovettero venire subito dopo i motori idraulici. E per molti secoli queste due energie della natura: l'acqua e l'aria in movimento, costituirono i soli mezzi motori inanimati destinati ad azionare le macchine dall'uomo inventate per emanciparsi dal lavoro manuale.

Bisogna risalire fino al secolo XVII per trovare, nei tentativi dell'infelice Papin, il germe della macchina motrice che doveva rivoluzionare il mondo: la *macchina a vapore*.

Ma questa macchina meravigliosa la quale, giunta oggi ad un alto grado di perfezione, ha realizzato i benefici incalcolabili che il Papin aveva intuito doversi ricavare utilizzando la forza espansiva del vapor d'acqua, è fatalmente destinata a scomparire. Già fin dal 1863 William Armstrong, presidente dell'Associazione Britannica per l'incremento delle Scienze, aveva annunciato al mondo industriale che « fra un secolo i bacini carboniferi inglesi sarebbero esauriti ». Due anni dopo Roderick Murchison confermava il non lieto pronostico. Ed ammettendo anche che i depositi carboniferi scoperti in questi ultimi

anni nell'America del Nord, nel Giappone ed altrove fossero più estesi e più numerosi che realmente noi siano, è giuoco-forza riconoscere che dopo giungere, tardi o tosto, quel giorno in cui si troveranno esauriti i giacimenti di carbon fossile, i quali si possono considerare come la cassa di risparmio del calore dei secoli più remoti.

Ed allora, venendo a mancare questa antica sorgente di calore, ossia di lavoro, che è l'anima della macchina a vapore e di tutte le nostre motrici termiche, si dovrà necessariamente ritornare al calore mandato continuamente dal sole e dalla Natura impiegato ad innalzare sulle vette dei monti l'acqua del mare; in altri termini, si dovrà cercare di utilizzare nel miglior modo l'energia perenne dei corsi d'acqua naturali.

Così l'avvenire e delle motrici idrauliche, la cui forza animatrice non verrà meno se non collo scomparire della vita sulla faccia del globo. Il che ci dà ragione dei grandi progressi compiuti in questi ultimi anni nella costruzione dei motori idraulici; le turbine americane informo.

Ma fin tanto che la forza motrice sviluppata da un salto d'acqua trovasi localizzata in prossimità del salto stesso, cioè nella macchina riceitrice e nelle ordinarie trasmissioni d'officina che ne dipendono, i motori idraulici, anche coi loro alti rendimenti, sono ben lungi dal presentare i vantaggi che si ritraggono dalle macchine a vapore, alimentate dal carbon fossile. Questo, facile a trasportarsi, può aversi in qualunque luogo, e perciò l'industriale può piantare la sua officina ove meglio lo guidano i suoi interessi. Per contro, a poter direttamente usufruire della forza di gravità dell'acqua, conviene costruire l'edificio là dove essa si precipita in cascata, e non sempre presso la sponda del fiume o del torrente havevi luogo ove riesca agevole l'impianto di uno stabilimento industriale.

La spesa delle costruzioni, resa maggiore dalle accidentalità del terreno, il trasporto dei materiali, la distanza della manifattura dai principali centri di consumo, sono altrettanti coefficienti che contribuiscono a sminuire il valore industriale di una regione montuosa, per quanto ricca di energia sotto forma di impetuosi corsi d'acqua. Solo il giorno in cui si riuscirà a trasportare questa energia a grandi distanze senza perdita e spese eccessive, si potrà pensare a trar buon partito di quel valore, per così dire latente. E questo problema del trasporto dell'energia a distanza, non ancora completamente risolto,

ha un'importanza capitale per il nostro Paese, così povero di carbone e così ricco di salti d'acqua.

Non sarà perciò privo d'interesse conoscere quanto finora si è fatto per la risoluzione del seducente problema.

II.

I sistemi di trasmissione dell'energia a distanza attualmente in uso sono i seguenti:

- 1° Trasmissioni telodinamiche;
- 2° Trasmissioni per mezzo dell'aria compressa;
- 3° " " " rarefatta;
- 4° " " " del vapore;
- 5° " " " dell'acqua sotto pressione;
- 6° " " " dell'elettricità.

Non ci occuperemo, in questo articolo, delle trasmissioni elettriche, che pure hanno acquistato in questi ultimi tempi una importanza straordinaria, lasciandone la trattazione ad altri di noi più competenti.

E porteremo la nostra attenzione in special modo sui due primi sistemi di trasmissione, che sono quelli suscettibili di un maggior numero di applicazioni, riservandoci di dire in fine qualche parola sugli altri tre sistemi di trasmissione dell'energia.

1. Trasmissioni telodinamiche. — Nelle trasmissioni telodinamiche il trasporto della forza motrice si fa per mezzo di funi metalliche avvolgentesi su puleggie di grande diametro ed animato da una forte velocità.

Si distinguono le trasmissioni semplici in cui non si ha che una sola fune senza fine, avvolta su due puleggie, la motrice e la condotta, situate alle due estremità della trasmissione, e le trasmissioni composte, o combinate, nelle quali il moto passa dalla puleggia motrice principale, calettata sull'albero del motore di cui si vuol trasmettere a distanza il lavoro sviluppato, alla puleggia condotta principale, montata sull'albero principale dell'officina che deve utilizzare l'energia trasportata, coll'intermezzo di altre puleggie che sono mosse e motrici ad un tempo. Poichè la distanza fra due puleggie portanti una fune non può praticamente oltrepassare i 150 metri, ogni qualvolta la distanza a cui si vuol trasportare la forza motrice supera

detto limite converrà frazionare la trasmissione in un conveniente numero di *tratte* o *sezioni*, erigendo delle *stazioni intermedie*, portanti delle semplici *puleghe* di sostegno della fune, o, meglio, delle *puleghe* di ricambio a doppia gola: una di queste gole riceve la fune che viene dalla stazione precedente, e sulla gola contigua si avvolge la fune che va alla stazione seguente. Si comprende come, mercè un'adatta disposizione delle puleghe di ricambio, queste possano permettere delle *risalite*, o cambiamenti di direzione, nell'andamento generale della trasmissione, quando per speciali condizioni questa non possa avere un tracciato rettilineo, il che è sempre preferibile. Le stazioni intermedie possono poi anche servire a fare delle *diramazioni* di forza.

L'idea di trasmettere a distanza il lavoro mediante funi metalliche è relativamente recente, e si deve al genio del celebre ingegnere alsaziano Ferdinando Hirn (1850). In una breve Memoria, pubblicata nel *Dizionario* del Laboulaye, egli stesso ci ragguaglia sull'origine della sua invenzione.

Un antico locale, assai vasto, dello stabilimento dei signori Hausmann, a Logelbach, presso Colmar, si prestava ottimamente ad essere trasformato in opificio di tessitura meccanica; ma la forza motrice disponibile doveva essere cercata ad 85 metri di distanza. Gli ingegneri dello stabilimento, consigliati dall'abitudine, proponevano una trasmissione per luoghi alberti, o chiusi in un canale sotterraneo, o sopportati da colonne, per dar libero passaggio ai veicoli. Ma oltrechè la spesa d'impianto di una tale trasmissione sarebbe risultata assai rilevante, si doveva contare sopra una perdita, per attrito nei supporti, di almeno 5 cavalli, dei dodici disponibili. Un fratello dell'Hirn suggerì l'adozione dell'ordinaria trasmissione con cingolo a bindello, sostituendo soltanto, in considerazione della grande distanza, alla cinghia di cuoio un nastro di ferro o di acciaio.

Benchè a prima giunta una tale proposta avesse destato le riserve, tuttavia, siccome la sua realizzazione poteva farsi senza grande spesa, ed essa semplificava notevolmente la questione, si risolvette di tentare l'esperienza.

I signori Peugeot d'Andincourt somministrarono delle lamine di acciaio di 1 mm. di spessore, 60 mm. di larghezza e 40 a 50 metri di lunghezza, le quali bastò riunire capo a capo con dei chiodi ribaditi per comporre il cingolo di circa 170 metri di sviluppo. Due pu-

leggie di legno, di due metri di diametro, a gola piatta, ricevettero questo cingolo di nuovo genere, che, da principio, funzionò in modo abbastanza soddisfacente. Esso presentava tuttavia dei gravi inconvenienti. In causa della sua estensione e del peso relativamente piccolo, il minimo soffio di vento lo portava fuori della voluta direzione e lo faceva fregare contro i bordi delle puleghe, per cui divenne indispensabile guidarlo con rotelle. Ma queste ben presto erano messe fuori d'uso, danneggiando a loro volta il nastro d'acciaio. Un ingegnere inglese, amico dell'Hirn, suggerì allora a quest'ultimo di sperimentare le funi metalliche costrutte dalla ditta Newall e C. di Londra. Fu questo un lampo di luce per l'Hirn, il quale ordinò tosto a quella ditta una fune metallica, che pose in opera con risultati soddisfacentissimi. L'importanza di questa invenzione non sfuggì al sagace ingegnere che, guidato dalla teoria e dall'esperimento, recò ben presto il nuovo sistema a tale perfezione che l'Alsazia tutta e parte della Germania si trovarono in breve ora coperte di tali trasmissioni, battezzate col nome di *telodinamiche* dal loro illustre inventore, che, dando prova di un nobile disinteresse, non volle proteggerlo con alcun brevetto di privativa.

(Continua).

ING. FRANCESCO MAZZOLA.

INFLUENZA DELLA FRECCIA DI INFLESSIONE

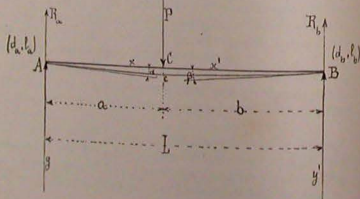
nel calcolo degli assi

Nel calcolo d'una macchina, e specialmente nei casi in cui la macchina sia costituita di organi sollecitati da deboli forze, oppure sia fornita di organi di grande mole, deve assumere notevole importanza la considerazione della deformazione elastica che avviene negli organi suoi. E non mi pare ozioso ricercare se, e di quanto, la limitazione che noi ci proponiamo nella deformazione abbia influenza sulla scelta del valore da assumersi per la sollecitazione unitaria cui intendiamo far lavorare la materia di cui l'organo è costituito.

Per ora ho esteso le mie ricerche agli assi, imponendomi il seguente problema:

Determinare il valore della resistenza unitaria longitudinale R_L in un asse, che si voglia costruito a solido di ugual resistenza, e nel quale, sotto il carico, il cedimento sia $\frac{1}{n}$ della lunghezza totale L dell'asse.

Sia l'asse caricato d'un sol carico P , come appare in figura.



Riferisco i due tratti di curva elastica Ac, Bc rispettivamente agli assi ortogonali $x, y; x', y'$, assumendo positive le direzioni segnate in figura.

Equazione generale della curva elastica è $\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M}{E I}$.

Per il tratto Ac, e per un punto qualunque (x, y)

$$M = R_L x = P \frac{b}{L} x \dots \dots \dots (1)$$

Per il tratto Bc, e per un punto qualunque (x', y')

$$M = R_L x' = P \frac{a}{L} x' \dots \dots \dots (1)$$

Poi perno in A, dicendone d_a il diametro, l_a la lunghezza, sarà

$$d_a = \sqrt{\frac{16}{\pi R_L} \frac{l_a}{d_a}} \sqrt{R_L}$$

E pel perno in B, chiamando d_b, l_b le analoghe dimensioni, sarà

$$d_b = \sqrt{\frac{16}{\pi R_L} \frac{l_b}{d_b}} \sqrt{R_L}$$

In queste ponendo $\frac{l_a}{d_a} = \frac{l_b}{d_b} = k$, essendo k un numero determinato dalla natura, materia, e numero di giri del perno, si potrà scrivere:

$$d_a = \sqrt{\frac{16}{\pi R_L} k} \sqrt{P \frac{b}{L}} \text{ e } l_a = k d_a = \sqrt{\frac{16}{\pi R_L} k^3} \sqrt{P \frac{b}{L}} \dots (2)$$

$$\text{e } d_b = \sqrt{\frac{16}{\pi R_L} k} \sqrt{P \frac{a}{L}} \text{ e } l_b = k d_b = \sqrt{\frac{16}{\pi R_L} k^3} \sqrt{P \frac{a}{L}} \dots (2)$$

Ora dicendo D , il diametro dell'asse nella sezione per (x, y) ; D' , quello nella sezione per (x', y') , per la nota condizione di uniforme resistenza sarà:

$$D = \sqrt{\frac{16}{\pi R_L} k} \sqrt{P \frac{b}{L}} \sqrt{\frac{2x}{\sqrt{\frac{16}{\pi R_L} k^3} \sqrt{P \frac{b}{L}}}} =$$

$$= \left(\frac{2}{k}\right)^{\frac{1}{2}} \left(k \frac{16}{\pi R_L} P \frac{b}{L}\right)^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{32}{\pi R_L} P \frac{b}{L}\right)^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}} \dots \dots (3)$$

$$V = \dots \dots \dots = \left(\frac{32}{E_s R_s} P \frac{a}{L} \right)^{\frac{1}{3}} x^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (3')$$

Ed i momenti d'inerzia delle sezioni stesse si potranno scrivere: per la sezione (x, y)

$$I = \frac{1}{64} \pi \left(\frac{32}{E_s R_s} P \frac{b}{L} \right)^{\frac{1}{3}} x^{\frac{4}{3}} \dots \dots \dots (4)$$

e per la (x', y')

$$I' = \frac{1}{64} \pi \left(\frac{32}{E_s R_s} P \frac{a}{L} \right)^{\frac{1}{3}} x'^{\frac{4}{3}} \dots \dots \dots (4')$$

Sostituendo nella equazione generale della curva elastica ad M e ad i valori rispettivamente trovati colle (1) (4), (1') (4'), pel tratto Aa,

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = - \frac{64 P b}{E_s L \pi \left(\frac{32}{E_s R_s} P \frac{b}{L} \right)^{\frac{1}{3}}} x^{-\frac{1}{3}} \dots \dots \dots$$

in cui ponendo:

$$H = \frac{64 P b}{E_s L \pi \left(\frac{32}{E_s R_s} P \frac{b}{L} \right)^{\frac{1}{3}}} = \frac{1}{E_s} \cdot 2 \sqrt[3]{\frac{\pi}{32}} R_s^{\frac{4}{3}} \left(P \frac{b}{L} \right)^{-\frac{1}{3}} =$$

$$= 0,92 \frac{1}{E_s} R_s^{\frac{4}{3}} \left(P \frac{b}{L} \right)^{-\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (5)$$

sarà:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = - H x^{-\frac{1}{3}}.$$

Integrando, e dicendo α la tangente dell'angolo, e con approssimazione accettabile, l'angolo che la tangente in A alla curva elastica fa coll'asse della x, $\frac{dy}{dx} = - \frac{3}{2} H x^{\frac{2}{3}} + \text{cost.}$; e poi che per $x = \frac{1}{n}$,

$$\frac{dy}{dx} = \alpha, \text{ sarà cost.} = \alpha, \text{ e perciò } \frac{dy}{dx} = - \frac{3}{2} H x^{\frac{2}{3}} + \alpha.$$

Integrando ancora: $y = - \frac{9}{10} H x^{\frac{5}{3}} + \alpha x + \text{cost.}$; e siccome

$$\text{per } x = 0, y = 0, \text{ e cost.} = 0, \text{ sarà: } y = \alpha x - \frac{9}{10} H x^{\frac{5}{3}} \dots \dots \dots (6)$$

Analogamente operando pel tratto Bc si otterrà:

$$y' = \beta x' - \frac{9}{10} H' x'^{\frac{5}{3}} \dots \dots \dots (6')$$

in cui β è l'angolo della tangente in B alla curva con l'asse delle x';

$$\text{e } H' = 0,92 \frac{1}{E_s} R_s^{\frac{4}{3}} \left(P \frac{a}{L} \right)^{-\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (5')$$

Per noi sono incogniti α e β , ma è evidente che per la continuità della curva elastica dovrà essere $\left(\frac{dy}{dx} \text{ per } x = a \right) = \left(- \frac{dy'}{dx'} \text{ per } x' = b \right)$; ed inoltre $(y \text{ per } x = a) = (y' \text{ per } x' = b)$. Quindi si potrà scrivere:

$$- \frac{3}{2} H a^{\frac{2}{3}} + \alpha = \frac{3}{2} H' b^{\frac{2}{3}} - \beta \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{e } \alpha a - \frac{9}{10} H a^{\frac{5}{3}} = \beta b - \frac{9}{10} H' b^{\frac{5}{3}} \dots \dots \dots (8)$$

Dalle (7) ed (8) ricavo il valor di α , moltiplicando per b i due membri della (7) e sommando membro a membro colla (8), si ricava:

$$\alpha = \frac{1}{L} \left\{ H a^{\frac{2}{3}} (0,9 a + 1,5 b) + 0,6 H' b^{\frac{2}{3}} \right\}$$

E sostituendo mediante le (5) e (5'),

$$\alpha = 0,92 \frac{R_s^{\frac{4}{3}}}{E_s \sqrt[3]{P L^4}} \left\{ \sqrt[3]{\frac{a^4}{b}} (0,9 a + 1,5 b) + 0,6 \sqrt[3]{\frac{b^4}{a}} \right\} \dots \dots \dots (9)$$

Sostituisco il valor di α ricavato dalla (9) nella (6), ponendomi la condizione che per $x = a$, sia $y = \frac{L}{n}$, in cui n sia un numero fisso. Si avrà:

$$\frac{L}{n} = 0,92 \frac{R_s^{\frac{4}{3}}}{E_s \sqrt[3]{P L^4}} \left\{ \sqrt[3]{\frac{a^4}{b}} \left[1,5 b - 0,9 (L - a) \right] + 0,6 \sqrt[3]{\frac{b^4}{a}} \right\} \dots \dots \dots (10)$$

Donde ricordando che $L - a = b$,

$$R_s^{\frac{4}{3}} = \frac{E_s}{0,55 \cdot n} \frac{\sqrt[3]{P L^4}}{\sqrt[3]{a^4 b} + \sqrt[3]{a^2 b^2}} \dots \dots \dots (11)$$

E risolvendo, e ricordando che $a + b = L$,

$$R_s^{\frac{4}{3}} = 5,93 \left(\frac{E_s}{n} \right)^{\frac{1}{3}} P \left(\frac{L}{a b} \right)^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (12)$$

E finalmente:

$$R_i = 1,55 \sqrt[3]{\left(\frac{E_i}{n}\right)^3} \cdot \sqrt[3]{P} \sqrt[3]{\frac{L}{ab}} \dots \dots \dots (13)$$

Si nota per incidente che ad ugual equazione si sarebbe pervenuti quando ricavato δ dalle (7) ed (8) si fosse sostituito nella (6), in cui si facesse $x' = b$ ed $y' = \frac{L}{n}$, e questo per la simmetria di tutte le

espressioni trovate rispetto ai termini a e b .

Colla (13), in funzione del carico e della posizione sua sull'asse, della materia dell'asse, e del cedimento sotto carico, determiniamo il valore da assumersi per la resistenza unitaria R_i .

L'esame della (13) dà luogo alle seguenti considerazioni:

1° Poi che fissato L , $a + b$ è costante, e il prodotto ab è massimo per $a = b$, ne risulta che, a parità di tutte altre condizioni, dovrà essere R_i tanto più piccolo quanto più il punto di applicazione del carico si avvicina alla mezzera dell'asse;

2° A parità di tutte altre condizioni R_i è proporzionale a $\sqrt[3]{P}$. Ora a parità sempre di tutte altre condizioni la reazione dell'appoggio d'un perno dell'asse è proporzionale a P . E poi che il diametro del perno, fissato il rapporto suo colla lunghezza, è proporzionale a $\sqrt[3]{\frac{P}{R_i}}$ sarà proporzionale a $\sqrt[3]{\frac{P}{R_i}}$.

Invece se per R_i si assuma un valore costante, indipendente da P , il diametro del perno sarà proporzionale a $\sqrt[3]{P}$.

Ne conseguita che ove si voglia, al crescere della sollecitazione esterna, immutata restando le altre condizioni, che il cedimento dell'asse sia costantemente lo stesso, si dovrà il diametro del perno, e quindi i diametri di tutte le sezioni dell'asse, far crescere con ragione minore di quel che crescerebbe non tenendo conto della deformazione dell'organo; e di qui una evidente economia di materiale, ed una diminuzione di peso dell'organo stesso, compatibilmente col buon funzionamento del perno.

3° Tanto maggior deformazione si permette all'asse, ossia quanto più piccolo è n , tanto maggiore è R_i , e viceversa;

4° Ne consegue ancora che se al diminuire del carico P non vuoi maggior deformazione dell'asse, si deve diminuire R_i ; e viceversa

se al diminuire di P si mantiene costante R_i , cresce la deformazione nell'asse relativo a quel carico.

Quale applicazione numerica onde confermare l'importanza della formula (13) cui siano pervenuti, consideriamo il caso in cui si abbia da progettare un asse, di lunghezza 2 m., caricato sul mezzo prima da 5000 kg., e poi da 1000 kg.

Ritenendo che il metallo da adoperarsi sia ferro presentante un modulo di elasticità $E_i = 20000$ kg. al mm²; nel 1° caso, facendo lavorar la materia ad $R_i = 6$ kg. al mm² si ricava $n = 902$, e quindi il cedimento sotto il carico risulterebbe di mm. $\frac{2000}{902} = \text{mm. } 2,2$.

Volendo ugual cedimento nel caso in cui si riduca il carico a 1000 kg., il valor di R_i da assumere si riduce da 6 a 4 kg. per mm²; e se si calcolasse in questo secondo caso il nostro asse permettendo una sollecitazione unitaria massima di 6 kg. al mm², il cedimento sotto il carico da mm. 2,2 salirebbe a mm. 4.

Ora è inutile osservare che il cedimento di 4 mm. di un organo in una macchina può disturbare notevolmente il buon funzionamento della macchina stessa.

Se poi dal caso semplice di un carico solo insistente sull'asse si voglia passar al caso d'un asse sollecitato da più carichi $P_1, P_2, \dots, P_n$, caratterizzati in loro posizione dalle rispettive distanze $a, b, a, b, \dots, a, b$, dagli estremi di sinistra e di destra dell'asse stesso, è evidente che si potrà determinare il cedimento in un punto qualunque dell'asse distante l , dall'estremo di sinistra, l_s da quello di destra, considerando il cedimento totale in quel punto quale somma dei vari cedimenti nello stesso punto causati dai singoli carichi.

A seconda che il punto in cui si vuol determinare il cedimento si trova a sinistra od a destra del carico che si considera, si dovrà ricorrere alla (6) od alla (6').

La (6) mediante la (5) e la (9), per un carico generico P con distanze generiche a e b , dicendo f , il cedimento alla P dovuto nel punto fissato, si può scrivere:

$$f = 0,92 \frac{R_i^{\frac{4}{3}}}{E_i} \frac{1}{\sqrt[3]{L}} \frac{1}{\sqrt[3]{P}} \times \\ \times \left\{ \sqrt[3]{\frac{a^3}{b^3}} (0,9 \cdot a + 1,5 \cdot b) + 0,6 \sqrt[3]{\frac{b^3}{a^3}} - 0,9 \sqrt[3]{\frac{L}{b}} \cdot L \right\} \dots (14)$$

Analogamente la (6) ci darà:

$$\hat{R} = 0,92 \frac{R^{\frac{1}{2}}}{E_s \sqrt{L^3}} \frac{1}{\sqrt{P}} \times \\ \times \left\{ \sqrt{\frac{b}{a}} (0,9b + 1,5a) + 0,6 \sqrt{\frac{a}{b}} - 0,9 \sqrt{\frac{R}{a}} \cdot L \right\} l \dots (15)$$

Ed il cedimento totale, somma dei cedimenti parziali, volendo sia uguale ad $\frac{L}{n}$ si potrà scrivere:

$$\frac{L}{n} = 0,92 \frac{R^{\frac{1}{2}}}{E_s \sqrt{L^3}} \sum \frac{1}{\sqrt{P}} K \dots \dots \dots (16)$$

in cui sia

$$K = \begin{cases} = l \left\{ \sqrt{\frac{b}{a}} (0,9a + 1,5b) + 0,6 \sqrt{\frac{b}{a}} - 0,9 \sqrt{\frac{R}{b}} \cdot L \right\}, & \text{se il} \\ & \text{punto in cui si considera il cedimento è a sinistra del} \\ & \text{carico;} \\ = l \left\{ \sqrt{\frac{b}{a}} (0,9b + 1,5a) + 0,6 \sqrt{\frac{a}{b}} - 0,9 \sqrt{\frac{R}{a}} \cdot L \right\}, & \text{se il} \\ & \text{punto in cui si considera il cedimento è a destra del} \\ & \text{carico.} \end{cases}$$

Estesa la sommatoria a tutti i carichi $P_1, P_2, \dots, P_n$ insistenti sull'asse.

Dalla (16) ricavando R , si vede che tale resistenza unitaria longitudinale si potrà fissare in funzione della materia, della lunghezza dell'asse, dell'entità dei carichi e loro posizione, dato il cedimento che si vuol si abbia a verificarsi in un determinato punto dell'asse stesso.

Ed anche per questo caso più generale di carico sussisteranno le quattro considerazioni fatte pel caso speciale d'un carico unico.

ING. ALLARA.

RASSEGNE TECNICHE E NOTIZIE INDUSTRIALI

LA MECCANICA INDUSTRIALE ALL'ESPOSIZIONE DI PARIGI NEL 1900

I.

1. Se l'ultima Esposizione di Parigi, nel suo complesso, riuscì più vasta di quella del 1889, fu però inferiore per eleganza e grandiosità di locali, per ordinamento e distribuzione di prodotti esposti.

Le macchine, specialmente, vennero riunite in diverse gallerie troppo modeste a fronte dell'unica, imponente, splendida galleria del 1889; questa era un'opera ammirabile di costruzione, quelle un insieme di locali male ripartiti e quel che è peggio insufficienti. Tant'è che una parte delle macchine si dovette accogliere in edifici annessi nel Campo di Marte, mentre alla meccanica di locomozione, ai motori a gas, ad alcune importanti categorie di macchine, utensili, ecc., fu necessario provvedere con edifici speciali a Vincennes.

L'Italia fu quella che ebbe più a soffrire dall'insufficienza e dall'infelice disposizione dei locali. Era doloroso per qualunque italiano, il constatare come le splendide macchine del Tosi, quelle della Società Baccini di Genova, i prodotti dei Pirelli, dei Tedeschi, del Gadda, dell'Olivetti, ecc., fossero stati confinati in uno spazio angusto, buio e basso.

Se a tutto ciò si aggiunge ancora la difettosa ripartizione dei prodotti, la deficiente e talvolta imperfetta classificazione dei medesimi, si comprende di leggieri come riuscisse faticoso un esame diligente delle varie produzioni, e quale perdita di tempo si avesse nel dover percorrere in tutti i sensi diverse gallerie per confrontare i prodotti esposti dalle varie nazioni.

Per tutte queste ragioni ed anche perchè maggior tempo e maggior competenza sarebbero occorsi per studiare completamente quanto nelle industrie meccaniche venne esposto a Parigi, la presente relazione viene limitata ad una semplice rassegna sulla meccanica industriale fatta però collo scopo di segnalare i progressi ottenuti in quest'ultimo decennio e di richiamare l'atten-

zione dei tecnici e degli industriali sulle condizioni odierne delle costruzioni meccaniche.

Oggetti però non escluda che talvolta, e per quei prodotti che rivestono carattere di novità od hanno grande importanza industriale, venga fatto un esame più particolareggiato e date più ampie informazioni, lasciando però sempre alle pubblicazioni tecniche speciali di fornire disegni e dati costruttivi e di fabbricazione.

Nello svolgere il modesto programma che mi sono prefisso, tratterò successivamente: — degli strumenti di misura, — delle macchine idrauliche, — dei generatori di vapore, — delle macchine a vapore, — delle macchine ed apparecchi diversi.

Naturalmente, per l'indole e natura di questa relazione, non potrò valermi dell'aiuto efficace di disegni e dovrò restringermi a dare cenni e descrizioni sommarie, ma queste e quelli procurerò di rendere colla maggior chiarezza, certamente colla massima buona volontà.

II.

Strumenti di misura.

2. *Freno dinamometrico registratore, totalizzatore.* — È noto che il lavoro prodotto da una motrice si determina ricorrendo al freno dinamometrico; ma è anche noto che quando si deve con siffatto strumento eseguire un esperimento di lunga durata, riesce assai difficile avere con esattezza il lavoro prodotto durante tutto il tempo della prova.

Sia per le oscillazioni che avvengono nella forza applicata all'estremità del braccio ed equilibrante il freno, sia per le variazioni anche piccole che possono succedere nella velocità di rotazione dell'albero, il lavoro che risulta determinato dal freno sarà una media, molto approssimata se si vuole, ma non il lavoro reale che la macchina ha sviluppato durante l'esperimento.

Vero è che si cerca, dagli esperimenti, di eliminare le cause di possibili errori, seguendo il metodo di mantenere equilibrato il freno con un peso costante corrispondente a quella forza della macchina a cui si ha il massimo rendimento, e poscia, mediante apposito contatore, ricavare i giri che in queste condizioni ha compiuto l'albero della macchina e da questi dedurre il numero medio di giri riferito al secondo.

Però anche questo sistema non va esente da inesattezze. Difatti esso presuppone che l'operaio addetto al freno riesca a mantenere questo sempre equilibrato; ora ciò non avviene perché, per quanto abile ed attento sia l'operaio, le variazioni stesse nel lavoro d'attrito sviluppato sulla

puleggia del freno, fanno oscillare il braccio di questo. Il calcolo del lavoro si dovrà fare in base al peso medio, epperò esso non rappresenterà il lavoro realmente sviluppato durante l'esperimento.

Tornerebbe quindi assai utile per le prove dinamometriche avere un freno che registrasse le variazioni del peso applicato all'estremità del braccio, non che il lavoro corrispondente, e che di più ci indicasse in qualunque istante il lavoro totale già prodotto.

A queste condizioni risponde il freno costruito dal signor J. Digeon di Parigi.

Con questo strumento la variazione degli sforzi, come pure il lavoro prodotto, sono dati in ogni istante da due distinti diagrammi tracciati sopra una stessa lista di carta, quindi è possibile dal loro esame e coll'aiuto di punti di riferimento tracciati ogni 10 secondi, giudicare anche della regolarità o meno della macchina sperimentata.

Il freno Digeon con uno dei due bracci eguali, s'appoggia sopra un'asta verticale la quale coll'altra estremità inferiore agisce su di una molla a balestra attaccata al piede di una colonna cava di ghisa nel cui interno è disposta l'asta accennata.

La flessione della molla e conseguentemente lo spostamento verticale dell'asta ad essa solidaria, misurerà in ogni istante lo sforzo equilibrante il freno. Quindi si può, provvedendo l'asta di una punta, far segnare sopra una lista di carta, che si svolge con velocità proporzionale a quella dell'albero a cui il freno è applicato, il diagramma degli sforzi equilibranti il freno. Come si dia moto alla carta e come sovr'essa si faccia eziandio tracciare il diagramma del lavoro totalizzato, cioè la curva, che colle sue ordinate rappresenta il lavoro totale sviluppato dalla macchina, e come si possa ancora leggere direttamente sopra un indice ed un contatore il numero di chilogrammetri corrispondenti a questo lavoro totale, apparirà da ciò che segue.

Allo stesso livello in cui trovasi la lista di carta, la colonna di ghisa è attraversata da un asse parallelo all'albero della motrice; l'estremità, situata nell'interno della colonna, di quest'asse porta un disco circolare contro il quale si appoggia, a frizione, una rotella cilindrica. L'asse di rotazione della rotella è parallelo a quello dell'asta, e la rotella mentre è solidaria nella rotazione coll'asse che la porta può però scorrere liberamente lungo il medesimo. Il moto al disco viene trasmesso dall'albero della motrice, merco due puleggie di frizione, una sull'albero stesso e l'altra sostenuta da carretto, ed un albero flessibile che collega l'asse di quest'ultima puleggia con quello del disco.

L'alberetto portante la rotella, col sussidio di imboccamento a vite, dà moto all'indice di un quadrante situato alla sommità della colonna ed il numero dei giri compiuti da quest'indice si legge sopra un contatore annesso; in tal modo si possono leggere sino a 999.999 rivoluzioni della rotella. Coll'aiuto di

un registratore facile ad immaginarsi, lo stesso numero di rivoluzioni viene anche rappresentato mediante le ordinate di una linea tracciata sulla lista di carta.

Dopo di ciò è facile comprendere come funzioni l'apparecchio.

L'asta verticale segnerà il diagramma degli sforzi; il contatore darà in ogni istante il numero di rivoluzioni compiute dalla rotella, e siccome questo numero è proporzionale al numero di rivoluzioni fatte dall'albero motore ed alla distanza della rotella stessa dal centro del disco, cioè allo sforzo equilibrante il freno, così è evidente che il numero letto sul contatore, moltiplicato per un coefficiente determinato a priori, ci darà le unità chilogrammetriche corrispondenti al lavoro sviluppato e misurato dal freno.

La rotella, poi, segnerà ancora sulla lista di carta ove trovasi pure tracciato il diagramma degli sforzi, la curva le cui ordinate rappresenteranno, in una certa scala, il numero delle sue rivoluzioni e quindi il lavoro totalizzato sopra accennato.

Il freno adunque Digeon è non solo registratore ma doppiamente totalizzatore, perchè ci dà il lavoro totale misurato in due modi, cioè numericamente e graficamente. Il diagramma del lavoro totale ci fa anzi vedere il grado di regolarità della macchina durante l'esperienza.

Allo scopo poi di evitare ogni intervento d'operaio nella manovra del freno, Digeon applica al medesimo un semplice apparecchio destinato a chiudere ed aprire automaticamente le ganasce del freno, in guisa da conservare sempre orizzontale ed equilibrato il braccio.

A tale intento le due ganasce di legno del freno sono collegate alla parte inferiore da una vite, e due viti opposti, la quale porta una ruota elicoidale imboccanti con un settore dentato fisso ad una mensola di cui è provvista la colonna di ghisa. Supposto orizzontale il braccio e chiuse le ganasce corrispondenti alla velocità di regime della macchina, è evidente che qualsivoglia oscillazione del braccio del freno avrà per effetto di far girare la ruota elicoidale e la vite in un verso o nell'altro, e quindi di aprire o chiudere le ganasce del freno, riconducendo così il braccio sempre alla sua funzione orizzontale di regime.

Il freno Digeon, quando sia convenientemente semplificato, riuscirà di utilità grandissima per lo studio ed il collaudo delle macchine motrici.

3. *Ergometro registratore di J. Rieter.* — Quest'ergometro è un perfezionamento dell'antico dinamometro ad ingranaggi e bilancia di Hachette. Ma a differenza di questo ci fornisce non solo lo sforzo tangenziale trasmesso agli ingranaggi per mettere in azione la macchina operatrice che si vuole sperimentare, ma ci dà anche il diagramma del lavoro che la macchina stessa assorbe in un periodo qualsivoglia di tempo. Funziona quindi come l'ergometro di Morin, ma ha su questo il vantaggio di esser più semplice, di più facile

impiego e, soprattutto, più robusto, essendo costruito in modo da poter misurare il lavoro sino a 35 cavalli.

Si compone di due alberi orizzontali e paralleli, sorretti da un'intelaiatura di ghisa, ciascuno dei quali porta una puleggia ed una ruota dentata piana. Fra queste due ruote è interposta una terza ruota dentata di egual raggio delle altre due, il cui asse è sostenuto da una leva oscillante ad una sua estremità e trattenuta all'altra estremità da una molla ad elica fissa all'intelaiatura della macchina.

Interponendo l'ergometro tra la macchina motrice e quella operatrice e collegandolo a queste mediante cinghie accavalcanti sulle puleggie dianzi accennate, allora la ruota dentata intermedia si troverà soggetta a due forze tangenziali, uguali, parallele e coesistenti, la cui risultante farà oscillare la leva che la sostiene e quindi produrrà nella molla una flessione la quale ci darà la misura dello sforzo trasmesso per fare funzionare la macchina operatrice. Se ora l'estremità della leva oscillante, con opportuna disposizione, trasmette il moto ad una punta la quale scorra lungo le generatrici di un tamburo, portante una lista di carta, e fatto girare prendendo il moto dall'albero conduttore dell'apparecchio, allora è evidente che l'accennata punta segnerà sulla carta il diagramma del lavoro consumato dalla macchina operatrice posta in azione coll'intermezzo dell'ergometro. Naturalmente questo lavoro va diminuito di quello consumato per attrito dagli ingranaggi e dai perni dell'apparecchio.

Questo strumento si potrebbe ancora esso rendere totalizzatore, provvedendolo, analogamente al freno Digeon, di un indice e di un contatore che segnasero il numero di chilogrammetri trasmessi e consumati dall'inizio della prova sino all'istante qualunque in cui si fa la lettura. Basterebbe che la leva oscillante spostasse una rotella a frizione appoggiantesi contro un disco fatto rotare mediante l'albero trasmettente della macchina; dal numero di giri di questa rotella si dedurrà i chilogrammetri assorbiti dalla macchina operatrice.

Ad ogni modo, come venne presentato, l'ergometro Rieter è di uso veramente industriale.

4. *Macchine per la resistenza dei materiali.* — Tra i pochi espositori di questa specie di macchine, la casa specialista Tunis Olsen e C. di Filadelfia è quella che presentò la più completa collezione. Già sono favorvolmente note in Italia le macchine di questa Casa, destinate ad sperimentare sovra metalli, pietre, legnami, funi, fili, catene, cinghie, tessuti, cementi, molle, olii e grassi lubrificanti, ecc.

Tuttavia non è fuori luogo in questa relazione ricordare in modo speciale la macchina per provare alla torsione, la quale è ancora troppo poco conosciuta e adoperata in Italia. Questa macchina è la più potente di quelle fin qui costruite, perchè essa si presta ad sperimentare sovra sbarre che possono

avere anche 80 millimetri di diametro. Essa ci fornisce l'angolo di torsione prodotto nella sbarra e nel tempo stesso ci dà, misurato da una bilancia, il corrispondente sforzo torcente.

Ha questa macchina sulle consimili, come quella del Thomasset, due vantaggi: 1° di potersi facilmente campionare e registrare ad ogni esperienza; 2° di adattarsi per sperimentare sopra sbarre di differente lunghezza, avendo il carrello che porta la bilancia e l'estremità fissa della sbarra scorrevole lungo il banco della macchina. E inoltre solida, di maneggio facile; il suo costo però è forse troppo elevato.

(Continua).

Prof. A. BOTTIGLIA.

NOTIZIE INDUSTRIALI.

La prima Esposizione internazionale d'arte decorativa moderna. — La sera del 5 gennaio, al Circolo degli artisti, si riuniva una eletta di cittadini chiamati da un Comitato provvisorio per decidere sull'opportunità di bandire una Esposizione internazionale di arte decorativa per il 1902. Gli intervenuti votarono ad unanimità la proposta del Comitato provvisorio e l'Esposizione nel parco del Valentino, la località augurale dove si sono sempre svolte le meravigliose attività italiane nelle arti e nelle industrie.

Presiedeva la seduta il commendatore Reyceud, che aveva a fianco il Comitato provvisorio composto di Delleani, Bistolfi, Davide Calandra, Vicari, cav. Edoardo Sambuy, Guido Rey, Thorez.

Bistolfi, dopo lette le adesioni del sindaco e di S. E. Villa, lesse la relazione del Comitato, in cui vien data la traccia di quello che dovrebbe farsi. La relazione informava anche che un Comitato artistico di Milano voleva attuare un'Esposizione consimile, ma che i milanesi, non atto gestibile, cedettero il campo a Torino, riservandosi di farla nel 1905 a Milano, in occasione delle feste del Sempione.

La discussione che seguì la relazione fu vasta ed elevatissima. Vi presero parte il prof. Taramelli, Reyceud, il comm. Berteu, il prof. Bonardi, il marchese Crispolti, l'ing. Caselli, il comm. Rabbi, l'on. Daneo ed altri.

Si sono emesse idee e concetti nobilissimi e ragionati in tutte le varie manifestazioni di opinioni, ma l'assemblea non volle staccarsi dal concetto fondamentale tracciato dal Comitato, di fare, cioè, un'Esposizione d'arte decorativa di carattere puramente, nobilmente artistico.

« Ad evitare un inutile duplicato — così si esprime il Comitato, e noi riproduciamo per chiarezza — delle Esposizioni manifatturiere consuete, abbiamo deciso che non siano accolti nella Mostra se non saggi originali che dinstino uno sforzo verso un rinnovamento estetico della forma, escludendo cioè tutti quegli oggetti che sono semplici riproduzioni di stili esistenti o prodotti di una fabbricazione industriale non ispirata a nessun senso d'arte, pur lasciando naturalmente agli espositori, nell'ordine di questo programma, la massima libertà di tendenze e di espressione.

« Sotto il titolo di *arti decorative* comprendiamo naturalmente tutte quelle manifestazioni artistiche che non possono essere accolte nel campo dell'arte pura, cioè tutte quelle che in qualsiasi modo rispondono ad un ufficio orna-

mentale, sia che si rivolgano all'estetica della via, sia a quella della casa, sia a quella della camera, che costituiscono i tre grandi problemi intorno a cui vogliono attirare l'attenzione del pubblico ».

In questo spaccato della relazione del Comitato sta tutto il programma, e la riunione unanimemente l'accettò, l'applaudì, e per attuarlo, su proposta del presidente, si costituì in Comitato generale, ed elesse il Comitato esecutivo.

Il Bilancio dell'Esposizione del 1900. — Tagliamo dall'ottima *Revue Industrielle* i seguenti dati sul bilancio economico dell'Esposizione di Parigi. I documenti statistici economici e finanziari non sono ancora del tutto completi, ma da quelli che fino ad ora sono stati pubblicati, si può dedurre che il disavanzo fra le spese e le entrate sarà di circa 2.000.000.

ENTRATE:

Buoni emessi	L. 60.000.000,—
Partecipazione dello Stato	» 20.000.000,—
Partecipazione della città di Parigi	» 20.000.000,—
Partecipazioni finanziarie diverse, della Compagnia dell'Orést per la costruzione del Ponte Alessandro III, della città di Parigi per spese di pavimentazione dell'avenue Nicolas II, del Creusot, della Camera di commercio, ecc.	» 1.331.500,—
Rimborso dei Commissariati stranieri ed espositori francesi per i lavori d'installazione fatti per loro conto, forniture di acqua, di elettricità, ecc.	» 2.060.994,08
Locazioni e concessioni	» 8.864.442,49
Densizioni	» 669.277,69
Somme da esigere	» 1.500.000,—
Totale	L. 114.426.214,35

SPESE:

Amministrazione	L. 8.500.000,—
Lavori	» 89.567.870,50
Esercizio	» 13.150.000,—
Spese imprevidite	» 4.074.248,01
Rimborsi e indennità	» 318.151,35
Riserva	» 889.730,14
Totale	L. 116.500.000,—

Facciamo un confronto con le cifre analoghe delle Esposizioni precedenti, noi troviamo i dati seguenti:

Anni	Entrate	Spese
1867	27.144.660	22.983.820
1878	23.085.200	55.390.000
1889	49.500.000	41.500.000
1900	114.426.214	116.500.000

dai quali appare, che eccetto nel 1867 e nel 1889, nei quali anni si ebbe rispettivamente un eccesso di entrate di 4.160.840 e di 8 milioni, l'eccedenza nelle spese fu di 31.704.200 e di 2.043.737 solamente nel 1900.

Giora però considerare che per ottenere un tale risultato si sono dovuti calcolare come versati a fondo perduto i 60.000.000 di franchi di buoni che invece furono emessi sotto altre condizioni, e che ciascuno di essi ha perduto durante l'Esposizione stessa per lo meno i due terzi del suo valore.

Si deve però d'altra parte tener conto nel bilancio generale di tutti i lavori di migliorie edilizie fatti in occasione dell'Esposizione, come la costruzione definitiva dei due palazzi dei Campi Elisi, il ponte Alessandro III e la sistemazione della prospettiva aperta fra i Campi Elisi e la Spianata degli Invalidi, la costruzione delle serre della città di Parigi sul corso della Regina, ed infine la sistemazione dei *quais* della Senna, lavori che approssimativamente si può calcolare che abbiano costato dai 30 ai 35 milioni.

Il Petrolio nella metallurgia. — Il petrolio è impiegato in Russia nella metallurgia del ferro come combustibile per tutte le categorie dei forni a suda ed a cingolo. Secondo Preiner non si tratterebbero difficoltà per il suo impiego che negli alti forni. L'uso di questo combustibile è comodo specialmente perchè la gasificazione e la combustione si effettuano nello stesso spazio. Veramente non è soltanto da oggi che si parla di impiegare il petrolio in metallurgia, ma non è che in questi ultimi tempi che l'industria metallurgica si è messa in Russia ed in America risolutamente su questa via.

Utilizzazione dell'acido vanadico degli alti forni. — Hium pubblica nella *Sihl und Eisen* uno studio per dimostrare che partendo da minerali, che abbiano un tenore in vanadio che non sorpassa il 0,01 %, si arriva a fare entrare questo metallo nei ferri grezzi, che vengono allora a contenerne circa il 0,015 %. Nei trattamenti ulteriori di questi ferri grezzi si ottiene alla superficie uno strato di scorie contenenti fino al 2,56 % di acido vanadico, e l'autore preconizza l'impiego di questo prodotto secondario come punto di partenza per la fabbricazione del vanadio. Considerando le quantità enormi di minerale trattate negli alti forni, si può facilmente comprendere che la quantità di vanadio che se ne ritirerebbe potrebbe essere considerevole. Disgraziatamente però fino ad ora gli usi del vanadio sono molto limitati.

B.

L'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

Pubblicheremo sotto questa rubrica tutti gli scritti che ci perverranno e che il Comitato di redazione riterrà opportuni e convenienti per la stampa, sull'ordinamento delle scuole industriali, sui programmi d'insegnamento, su tutto quanto insomma può interessare questo importante e moderno ramo degli studi, offrendo così modo specialmente ai Professori ed Insegnanti di esporre le proprie idee in proposito, di armonizzarle, di discuterle largamente.

Accoglieremo anche volentieri articoli illustrativi e descrittivi sugli istituti italiani ed esteri, sui gabinetti e sui laboratori delle singole scuole, incominciando nel prossimo numero da quelli di Elettrotecnica e di Elettrochimica e di Chimica tecnologica del R. Museo industriale.

Diamo intanto posto ad un primo articolo sulle *Suole Industriali*, che riceviamo da persona competente in materia.

SULLE SCUOLE INDUSTRIALI IN ITALIA.

I.

Allo stato attuale di sviluppo della cultura e dell'insegnamento industriale, specialmente presso le nazioni più progredite della nostra, non mi pare che possa ancora mettersi in dubbio la utilità e la praticità di scuole speciali che abbiano il preciso indirizzo, all'infuori dell'insegnamento classico ed accademico, di addestrare ed allargare una schiera di valorosi destinati a combattere quotidianamente con le esigenze dei mercati e che, ricavando dalla cultura scientifica le armi, sappiano ogni giorno adattarle alle esigenze del novissimo combattimento.

Parlare della utilità delle scuole industriali, dopo tutto quello che su di esse si è scritto e stampato in questi ultimi anni, dopo quello che sulla loro importanza ha detto l'imperatore di Germania in occasione delle feste per il centenario del Politecnico di Charlottenburg ed infine dopo le recenti parole dell'on. Presidente del Museo Industriale Italiano, in occasione dell'apertura del nuovo anno scolastico, sarebbe, mi si perdoni il vecchio paragone, come il recar vasi a Sarno e notte ad Atene.

Piuttosto mi è sembrato opportuno presentare alcune considerazioni sulle attuali condizioni dell'insegnamento industriale in Italia per vedere se esso corrisponde veramente alle esigenze presenti, e se vi potrebbero essere delle modificazioni utili per il suo riordinamento.

Giacchè, non giova il dissimularlo, mentre l'insegnamento industriale è profuso in Italia con ricchezza di mezzi e di intendimenti, e con l'efficace collaborazione di persone colte e competenti, esso non dà forse i risultati pratici che si avrebbe diritto di pretendere per la mancanza di una vera e propria organizzazione delle Scuole Industriali.

Non voglio con questo dire essere necessario che le scuole industriali del Regno debbano tutte essere costituite sullo stesso modello, che anzi la varietà, sia nei metodi che nelle materie d'insegnamento, è condizione essenziale, perchè esse, data la differenza di usi e di costumi del popolo italiano, di clima e di sviluppo industriale della nostra penisola, possano fruttificare e dare buoni risultati; ma solamente lo voglio far osservare che manca fra le scuole industriali quel legame, che, per lasciando a ciascuna il proprio carattere speciale consentito e richiesto dalle condizioni etnografiche e topografiche particolari, la unisca alle altre sorelle nella comunanza degli intenti.

E prima d'ogni altra cosa è bene notare come non tutte le scuole industriali d'Italia dipendano da un unico dicastero, perchè vi sono scuole industriali che dipendono dal Ministero della pubblica istruzione e scuole industriali che dipendono dal Ministero di agricoltura, industria e commercio; e se si deve incominciare dal principio, come raccomandava quell'antico saggio, un esempio si ha dai due massimi istituti industriali del Regno: dal Politecnico di Milano e dal R. Museo Industriale italiano di Torino.

Vengono poi le sezioni industriali degli istituti tecnici, come quelle di Torino e di Bergamo, di Napoli, ecc. che hanno per contrappeso le scuole industriali e professionali di Biella, di Fermo, di Prato e di Venezia.

Non parliamo dei Musei artistici industriali, altra categoria di scuole dove l'insegnamento artistico generalmente prende la mano su quello industriale, e che quindi si avvicinano di più alle accademie di belle arti di quello che alle scuole industriali, e veniamo infine alle scuole di arti e mestieri ed alle scuole di arte applicata all'industria, dove, fatte sempre le dovute eccezioni, non si ha campo che di insegnare, nelle ore serali, qualche poco di disegno ai giovani operai, che attendono durante il giorno ai lavori dell'officina.

Prendendole ognuna partitamente e considerandole ognuna isolatamente, forse tutte od almeno la massima parte rispondono allo scopo; dalla quale premessa dovrebbe discendere la conseguenza, che l'insegnamento industriale in Italia procede nel migliore dei modi; ma di fatto non è così, e chiunque abbia solamente avuto campo di paragonare all'Esposizione di Parigi la nostra delle nostre scuole con quelle della Francia e specialmente della Germania può esserne testimonia.

Ed a questo proposito mi piace qui riportare l'opinione di persona che, certamente, non può essere sospettata di soverchia tenerenza per la Germania, del signor Auguste Trillat, il quale in una sua recente pubblicazione sulla orga-

nizzazione economica, scientifica e commerciale della Germania si esprimeva, a riguardo delle scuole industriali e dell'insegnamento tecnico di quella nazione, nel modo seguente:

« È opinione generale che lo sviluppo industriale della Germania è dovuto all'insegnamento tecnico.

« Per quanto riguarda poi specialmente le industrie chimiche, l'insegnamento tecnico ha assunto una importanza rimarchevole, come è stato universalmente riconosciuto da qualche anno a questa parte. Parecchi autori: Schwob, Lévy, Loch, Haller, Lefebre nei loro rimarchevoli lavori hanno constatato che l'industria chimica tedesca deve la sua espansione all'organizzazione dell'insegnamento tecnico. E non solamente in Francia si ha questa impressione: perchè in Inghilterra, nel Belgio, negli Stati Uniti industriali e professori hanno spessissimo proclamata questa opinione ».

Dalle allora ripetere l'origine della nostra inferiorità?

Per mio conto essa va unicamente ricercata nella confusione cui sopra ho accennato e nel non avere le scuole unità d'indirizzo specialmente per la troppa disparità di criteri con i quali vengono scelte le persone chiamate a dirigerle.

Ne con diverso intesimento dal mio, quando l'istruzione tecnica dipendeva ancora dal Ministero di agricoltura, industria e commercio, il Museo industriale italiano era stato eretto ad Istituto tecnico normale, dal quale si dovevano derivare tutti gli insegnanti per gli istituti tecnici e professionali e gli era stata concessa la facoltà di conferire certificati di abilitazione all'insegnamento della fisica e della chimica industriale, della tecnologia meccanica, della metallurgia, delle applicazioni della geometria descrittiva e del disegno ornamentale.

Con questo mezzo, pur lasciando ad ogni singolo istituto la propria fisionomia dovuta alle condizioni locali, cui più sopra ho accennato, si veniva ad ottenere quella unità di indirizzi e di scopi che sola può portare nell'insegnamento industriale un progresso reale e duraturo.

Disgraziatamente però da allora le cose sono molto cambiate: per quanto il Museo conservi la facoltà sopra accennata e quella di formare insegnanti di meccanica, disegno, chimica e fisica per le scuole industriali, nella pratica dei concorsi i suoi certificati hanno pochissimo valore, e per l'insegnamento e la direzione nelle scuole industriali il personale viene scelto con troppa diversità di criteri e di indirizzi.

Una prima ed utile ed importante riforma da apportarsi sarebbe quella di dividere completamente l'insegnamento industriale propriamente detto da quello artistico industriale, lasciando a quest'ultimo il compito di produrre degli artisti capaci di applicare l'arte ai prodotti dell'industria e riservando al primo quello, di essere la vera scuola complementare per l'operaio collo scopo precipuo di formare la categoria dei capi-fabbrica per le industrie meccaniche, chimiche ed elettriche, per cui per troppo ancora, le nostre principali fabbriche sono costrette a dipendere in massima parte dall'estero.

Al di sopra di queste scuole altre ve ne dovrebbero essere con insegnamenti scientifici e tecnologici più estesi, cui fosse affidata la missione di creare l'altra

categoria pur importante dei direttori e dei capi delle officine, ai quali una più larga cultura tecnica ed industriale valesse ad allargare i confini delle vedute pratiche e commerciali.

Infine, sopra tutti, al vertice della piramide, le sezioni industriali delle scuole degli ingegneri, e gli insegnamenti industriali superiori. Da questa ultima categoria dovrebbero sempre ed esclusivamente essere tratti gli insegnanti per tutte le altre scuole, e questi, figli di una stessa madre, imbevuti delle stesse massime e degli stessi criteri direttivi, dovrebbero essere quelli destinati ad imprimere alle varie scuole, pur conservando la loro particolare fisionomia ed indipendenza, quella unità di indirizzo che più volte ho in questo articolo ricordata.

Ne questa mi pare riforma grande e che richieda estesi rivolgimenti e cambiamenti nell'ordinamento delle nostre scuole.

Ma sul metodo e sulla maniera più semplice per ottenere questo dirò in un prossimo articolo.

RASSEGNA BIBLIOGRAFICA

BIBLIOGRAFIA.

Traité de métallurgie du fer, par LÉON GIGES. — Paris, J. Fritsch, éditeur, 1898. — 2 vol. in 8° gr. di 404 e 392 pag.

Il signor L. Giges, capitano d'artiglieria, già professore alla Scuola d'applicazione di Artiglieria e Genio a Parigi, nello scrivere questo trattato si è studiato di dare alle teorie ed alla descrizione dei processi metallurgici un grande carattere di generalità, percuotendo, così facendo, di appoggiare sopra una base sicura le conoscenze necessarie ai giovani ingegneri metallurgici, ed agli studenti.

Per ricavare dallo studio della metallurgia il più grande profitto possibile, è essenziale di fissare i principi su cui riposano i metodi generali di lavorazione attualmente in uso, e di segnare l'evoluzione che si è prodotta dall'epoca poco lontana in cui l'elaborazione dei metalli derivati dal ferro, che allora veniva considerata specialmente in un complesso di formule e di norme pratiche più o meno razionali, è diventata un'arte chimica, la quale ha largamente profittato dei progressi della scienza.

Nello scrivere un trattato didattico conviene dare una piccola parte agli artifizi di fabbricazione, ed estendersi invece sui principi generali riconosciuti e sanzionati dall'esperienza. E così ha fatto l'autore.

L'opera si divide in due parti: nella prima, che tratta dell'elaborazione dei metalli, il Giges passa in rivista successivamente i minerali, i combustibili, le teorie della combustione, la fabbricazione della ghisa, dei ferri e degli acciai puddellati, degli acciai Bessemer, e Martin-Siemens, e finalmente degli acciai al crogiofo.

Nella seconda parte è svolta la lavorazione dei metalli. — Dopo alcuni preliminari sulla misura delle alte temperature, l'autore viene a descrivere le operazioni che si praticano nelle fornaci di ghisa e nelle scaldierie, passando poi in rivista le diverse operazioni di fucina e di laminazione. Seguono varie considerazioni molto interessanti sulla tempera ordinaria, sulla tempera interna, la doppia tempera, la tempera per compressione, la ricottura, ecc.

La teoria della lavorazione dell'acciaio, i recenti lavori di Tchernoff, di Osmond e di Wertz, sono riassunti in una trentina di pagine ben nutrite, che sono seguite da un altro centinaio di pagine consacrate ai saggi sperimentali ed alle relazioni esistenti fra la composizione chimica degli acciai e le loro proprietà meccaniche. In questa parte si trovano rimate, e presentate in modo assai chiaro, le principali ricerche teoriche che si sono eseguite sugli acciai in questi ultimi anni.

Ing. M. F.

Die Schule des Maschinentechniklers. — Lehrbuch zum Selbstunterrichte in Maschinenbau und den dazu gehörigen Hilfswissenschaften. — herausgegeben von KARL GEORG WEITZEL. — Leipzig, Verlag von Moritz Schäfer, Buchhandlung.

Quest'opera, degnissima di cenno, contiene, esposta in modo molto chiaro, tutte le cognizioni che si richiedono per diventare costruttore meccanico.

L'opera, pubblicata con vero lusso, e ricca di 100 tavole litografate, in gran parte a colori, e di ben 1078 incisioni in legno inserite nel testo, si divide in 15 parti, svolte separatamente da singoli autori, sotto la direzione dell'ing. Weitzel, già direttore dell'Istituto Tecnico Superiore Mittweida, di Lipsia.

La parte 1^a (vol. I) contiene gli elementi di aritmetica e di algebra che sono indispensabili a chiunque voglia studiare razionalmente la costruzione delle macchine. Numerosi esempi e problemi aiutano molto efficacemente la comprensione delle regole esposte. — Il trattamento di questa parte è stato affidato ai signori H. Vieweger e A. Behr, professori di matematica nell'Istituto Mittweida.

La parte 2^a (vol. II), redatta dallo stesso professore Behr, contiene gli elementi di geometria piana ed è ricca di numerosi esercizi.

Nel vol. III, il prof. P. Killmann espone i principi di trigonometria e la loro applicazione a molti utili esempi pratici.

Il vol. IV, dovuto allo stesso professore, è dedicato alla geometria solida.

Notevolissimo è il vol. V, corredato da 19 tavole litografiche e da numerose incisioni nel testo. In esso il prof. F. Stadel e M. Leidel, dello stesso Politecnico, espongono, con un'irrefragabile chiarezza, gli elementi della teoria delle proiezioni e del disegno geometrico. — Le figure, chiarissime, contribuiscono assai all'intelligenza del testo. — Questo volume ci pare in special modo raccomandabile agli allievi delle nostre scuole di disegno, che diffettano generalmente delle indispensabili cognizioni di geometria descrittiva.

Nella parte 4^a (vol. IV) sono riassunte in poche pagine, dal prof. Nagl, le cognizioni più importanti di fisica.

Il vol. VII contiene gli elementi di meccanica pratica, spiegati con numerosi esempi dal prof. R. Geigenmüller.

Nel vol. VIII sono riassunti dal prof. L. Hummel i principi e le formule fondamentali della importantissima scienza della Resistenza dei Materiali, con svariate applicazioni.

Il vol. IX, dovuto al prof. Geigenmüller, contiene i principi di calcolo differenziale ed integrale.

La parte 10^a, che è la più importante dell'opera, si divide in due volumi di testo, correlati da un atlante di 62 tavole litografate e colorate, coi disegni dei principali organi di macchine. — Il testo, del prof. Pöhlhausen, contiene la parte descrittiva, le teorie, le regole di calcolo e numerosi esempi di pratiche applicazioni.

Nei cinque volumi seguenti sono trattate le seguenti materie:

Vol. XI: Elementi di statica grafica, di P. Killmann;

Vol. XII: Le caldaie a vapore: loro impianto, di A. Pöhlhausen;

Vol. XIII: Le macchine per sollevare pesi, dello stesso autore;

Vol. XIV: I motori idraulici, di C. G. O. Deckert;

Vol. XV: Le macchine a vapore, di L. Hummel.

I pregi principali di quest'opera, la ripetiamo, stanno nella chiarezza della stampa, delle bellissime figure e dell'esposizione, e nella dottrina di esempi pratici. — Essa tornerà utilissima agli allievi dei nostri Istituti tecnici superiori, e a tutti quelli che vogliono istruirsi senza frequentare scuole.

Ing. M. P.

Traité des fours à gaz, à chaleur régénérée. — Détermination de leurs dimensions — par FRIEDRICH TOLDT, traduit de l'allemand par F. Doumer. — Paris, Gauthier - Villars, 1900. — 1 vol. in 8° gr. di 388 pag.

Nella sua opera pregevolissima: « *Die Ofen für metallurgische Prozesse* », l'edebat così si esprimeva:

« Quando si hanno a costruire degli apparecchi, specialmente dei forni di un tipo determinato, si applicano speciali formule e regole costruttive stabilite per i diversi casi. Ma se queste regole non sono appoggiate su esempi scelti fra un gran numero di apparecchi, le loro applicazioni non sono nettamente definite, e le medesime non danno, se non di rado, al Costruttore, la precisione e gli schiarimenti necessari; e succede allora che si adottano delle forme di forni poco favorevoli alla buona utilizzazione del combustibile, ma inevitabili in alcuni casi, utilizzandoli, senza riflettere, per altri scopi, per i quali si sarebbe potuto trovare una forma più conveniente, basandosi sopra regole generali ».

Dopo che queste linee vennero scritte, sono benedetti venute alla luce diverse opere tecniche le quali segnavano un passo verso il progresso, tenendo conto del calcolo delle dimensioni dei forni, fondato su principi e su regole scientifiche; ma mancava tuttavia un trattato che si occupasse specialmente, ed in modo profondo, di questa importante questione. Il libro del Toldt è venuto a colmare questa lacuna.

Nella prima parte, l'Autore, dopo avere esposto alcuni dati interessanti sui combustibili, esamina minutamente il fenomeno della combustione. — La seconda parte contiene numerosi particolari sui forni a rigenerare; e finalmente nella terza parte sono esposti i metodi di calcolo delle dimensioni dei differenti sistemi di forni, e specialmente dei forni Siemens-Martin.

Sui crediamo che questo trattato possa tornare utile agli studiosi ed agli ingegneri preposti alla direzione di officine metallurgiche.

Ing. M. P.

REPERTORIO DELLA LETTERATURA TECNICA ITALIANA

Indice dei più notevoli articoli pubblicati sui periodici tecnico-scientifici che si ricevono dalla Biblioteca del R. Museo Industriale.

Occorre continuamente all'Ingegnere di dover studiare una determinata questione ben più profondamente di quanto le sue molteplici occupazioni gli abbiano permesso di studiarla nel passato; allora egli ricorre generalmente ai trattati speciali di cui è più o meno ricca la sua biblioteca. Ma i trattati presto invecchiano in questi tempi di invenzioni, di nuove ardite teorie, di affannose ricerche sperimentali; e non v'ha che un giornale ben fatto che possa tener dietro giorno per giorno ai progressi della scienza, che possa tenere lo studioso al corrente di quanto più interessante.

Ma, per essere convenientemente informato sulle novità che riflettono le molteplici branche della scienza dell'ingegneria, lo studioso dovrebbe dedicare qualche migliaio di lire per abbonarsi almeno ai più importanti periodici tecnico-scientifici, specialmente dell'estero. Ed il tempo che egli dovrebbe impiegare per esaminarli tutti gli tornerebbe anche, e ben più cara, che il prezzo dei suoi abbonamenti.

Il lavoro che imprendiamo a fare, e che si pubblicherà periodicamente sui successivi numeri di questa Rivista, ha per scopo di risparmiare all'Ingegnere l'una e l'altra spesa; ed ha poi, specialmente, di mira di aiutare gli allievi ingegneri nei loro studi. Infatti, un indice, ordinato per materie, di tutti i più interessanti articoli che compaiono man mano sui numerosi e ripetuti periodici tecnico-scientifici, di cui va continuamente arricchendosi questa Biblioteca, non può che tornare utilissimo agli studiosi che frequentano la medesima, risparmiando una enorme perdita di tempo per la ricerca di quanto occorre loro per studiare una speciale questione, una macchina, un impianto, un tema di laurea.

In tale speranza, di fare cosa utile, cominciamo, in questo stesso numero, la pubblicazione di un saggio del nostro indice bibliografico, che cercheremo di rendere il più completo possibile a partire dal primo giorno del prossimo anno, primo del secolo.

Torino, dicembre 1900.

Ing. MAZZOLA FRANCESCO.

Automobili.

Die gebräuchlichsten Automobilsysteme, von prof. H. Bachner. — *Dingler's Pol. Journ.* Vol. 315, nn. 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 19 e 34.

Caldaie a vapore.

Chaudières (Exposition de 1900). — Chaudière Steinmüller. — *Revue Industrielle*, n. 33, 1900.
Générators de vapeur, construits par M. Ewald Berninghaus. — *Id. id.*, n. 35, 1900.
Chaudières Paucksch. — *Id. id.*, n. 37, 1900.

Elettrotecnica.

Beitrag zur Erklärung des Ohm'schen Gesetzes, von Rudolf Mewes. — *Dingler's Pol. Journ.*, vol. 315, n. 32 e 33.
Max Diri's Wechselstrommotor mit grosser Anlaufkraft. — *Id. id.*, n. 32.
Zur Frage elektrischer Fernbahnen, von Ernst Zander. — *Id. id.*, nn. 42 e 43.
Ein Blick auf die Entwicklung der Starkstromelektrotechnik innerhalb der letzten drei Jahre. — *Id. id.*, n. 45 e 46.

Ghiaccio.

(Machine per la produzione del ghiaccio e del freddo).

Ueber einige neue Eis- und Kühlmächinen auf der Pariser Weltausstellung 1900, von prof. Alois Schwarz. — *Dingler's Pol. Journ.*, vol. 315, n. 39.

Macchine termiche.

Le moteur thermique Diesel, par M. R. Diesel, ingénieur. — *Revue de Mécanique*, fasc. 41 octobre 1900.
Essai sur la théorie des moteurs à gaz, par M. Jules Deschamps. — *Revue de Mécanique*, fasc. 41 octobre 1900.
La théorie de la Machine à vapeur. — A propos du Mémoire de M. Nadal, par M. Anspach, prof. à l'Université de Bruxelles. — *Revue de Mécanique*, fasc. 41 octobre 1900.
Die Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung, von Fr. Freytag, Chemnitz. — *Dingler's Pol. Journ.*, vol. 315, nn. 37, 38, 40, 43, 44, 46 e seg.
La turbine à vapeur all'Exposition de Parigi del 1900, dell'ing. C. Saldini. — *Il Politecnico*, agosto 1900.
Le motori a vapore della Ditta Franco Tosi di Legnano. — *Id. id.*
Machine à vapeur compound tandem des ateliers Chavet Wyss et Cie de 1000 chevaux et alternateur triphasé (P. Chevillard). — *Revue Industrielle*, n. 28, 1900.
Machine Belleville à grande vitesse et à triple expansion, de 1250 chevaux (P. Chevillard). — *Id. id.*, n. 34, 1900.

Macchine per sollevare e trasportare pesi.

(Grù, Paranchi, ecc.).

Weltausstellung Paris 1900: Guyot-Le Blanc's 30-t-Kran. — 10-t-Kran der Firma Salin und Co. — *Dingler's Pol. Journ.*, vol. 315, n. 45.

Grue automobile à air comprimé, de la « Pneumatic Crane Co. » à Pittsburg. — *Bull. Soc. Enc.*, fascicolo di giugno 1900.
Grue Titan électrique de 30 tonnes, construite par M. J. Le Blanc. — *Revue Industrielle*, n. 30, 1900.

Motori idraulici.

Oberschlächtiges eisernes Zellenwasserrad mit 10 m. Durchmesser, von W. Müller. — *Dingler's Pol. Journ.*, vol. 315, n. 35.
Die Turbinen auf der Pariser Weltausstellung, 1900, von W. Müller. — *Id. id.*, vol. 315, nn. 41 e 42.

Regolatori.

Les régulateurs des machines à vapeur, par M. L. Lecornu, ingénieur en chef des Mines. — *Revue de Mécanique*, fascicolo di marzo e giugno 1900.
Ein neuer Blattofederregulator, von Will. Proell. — *Dingler's Pol. Journ.*, volume 315, n. 46.
Régulateur de vitesse pour moteurs hydrauliques, système Laurent frères et Collot. — *Revue Industrielle*, n. 28, 1900.

Resistenza dei materiali.

Nouvelle méthode pour l'essai des matériaux, par M. Ch. Frémiot. — *Revue de Mécanique*, fasc. 41, ottobre 1900.
Der gespannte Hohlzylinder, von prof. Pregel, Chemnitz. — *Dingler's Pol. Journ.*, vol. 315, nn. 29, 30 e 31.
Festigkeit und Elastizität gewölbter Platten (Kesselböden), von W. Schüle. — *Id. id.*, n. 42.

ABBREVIAZIONI

dei titoli dei periodici che saranno citati nel Repertorio.

Ann. Chim. Phys. Annales de Chimie et de Physique.
Ann. Constr. Nouvelles annales de la Construction (Oppermann).
Ann. Min. Annales des Mines.
Ann. Gen. B. u. Annales für Gewerbe und Bauwesen (Glaser).
Ann. d. Phys. Chem. Annales der Physik und Chemie (Vogel-Diedemann).
Bull. Soc. Ind. Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse.
Bull. Soc. Eng. Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, Paris.
Compt. Rend. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Paris.
Dingl. Dingler's Polytechnisches Journal.
Ind. L'Industria, Milano.
Ing. Soc. L'Ingegneria Sanitaria, Torino.
Ing. Civ. L'Ingegneria civile e le Arti Industriali, Torino.
Giorn. Magaz. Giornale del Magaz.
Publ. Il Politecnico, Milano.
Rev. Ind. Revue Industrielle, Paris.
Rev. En. Ma. Revue Universelle des Mines, de la métallurgie, etc.
Rev. Me. Revue de Mécanique.
Sc. Am. Scientific American.
Text. Man. Textile Manufacturer.

PUBBLICAZIONI TECNICHE RECENTI

Biblioteca del R. Museo Industriale Italiano

FISICA.

- BILLINGS (John S.). — *Ventilation and Heating*. — New York, 1893.
 PERINI (Nataldo). — *Scaldamento e ventilazione degli ambienti abitati*. — 2^a Edizione, Milano, 1900 (Mammì Hoeppli).
 HARTKEK (T. F.). — *Lehrbuch der technischen Mikroskopie*. — Stuttgart, 1900. (In corso di pubblicazione).
 HAUSEKAND (E.). — *Verdampfen, Kondensieren und Kühlen*. — Berlin, 1899.
 BOOTHBY (E. J.) and KENNELLY (A. E.). — *Electric Heating*. — New York, 1895.
 KOHLRAUSCH (F.). — *Leitfaden der praktischen Physik*. — Leipzig, 1896.
 KRIEGER. — *Der Werth der Ventilation*. — Stenaburg, 1899.
 LE CHATELIER (H.) et BOUDOUARD (D.). — *Mesure des températures electes*. — Paris, 1900.
 LINDNER (O.). — *Theorie der Gasbewegung*. — Berlin, 1899.
 MILLEN (A.). — *Traité élémentaire d'électricité industrielle théorique et pratique*. — Paris, 1899.
 PICARD (Ph.). — *Traité pratique du Chauffage et de la Ventilation*. — Paris, 1897.
 PLAWSK (M.). — *Vorlesungen über Thermodynamik*. — Leipzig, 1897.
 POINCARÉ (H.). — *Cours de physique mathématique-Thermodynamique*. — Paris, 1902.
 POINCARÉ (H.). — *Théorie analytique de la propagation de la Chaleur*. — Paris, 1895.
 SCHRODT (P.). — *Compendium der praktischen Photographie*. — Wiesbaden, 1899.
 SLOANE (T. O. Comst.). — *Liquid air, and the liquefaction of gases*. — London, 1899.
 WILKE (A.) e PAGLIANI (R.). — *L'Electricità: sua produzione e sue applicazioni nelle scienze, nelle arti e nell'industria*. — Torino, 1897.
 WILLSER (A.). — *Lehrbuch der Experimentalphysik*. — Leipzig, 1895-99.

CHIMICA.
Elettrochimica.

- BECKER (H.). — *Manuel d'électro-chimie et d'électro-metallurgie*. — Paris, 1898.
 BERTHELOT. — *Thermochimie, données et lois numériques*. — Paris, 1897.
 CLARKE (A.) et BLAN (C.). — *Analyse électrolytique quantitative*. — Paris, 1896.

- DUREM (P.). — *Traité élémentaire de mécanique chimique, fondée sur la Thermodynamique*. — Paris, 1897-99.
 GIL et LEBLANT. — *De l'électrolyse des sels sucrés*. — Paris, 1895.
 HOFF (J. H. van T.). — *Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie*. Braunschweig, 1898-1900.
 LIPKKE (R.). — *The elements of electro-chemistry*. — London, 1897.
 MOISSAN (H.). — *Le four électrique*. — Paris, 1897.
 REYLER (A.). — *Les théories physico-chimiques*. — Bruxelles, 1897.
 SMITH (E. F.). — *Electro-chemical analysis*. — Philadelphia, 1894.
 WATT (A.). — *Electro-deposition*. — London, 1899.

INDUSTRIE ESTRATTIVE.
Elettro-metallurgia.

- BORCHERS (W.). — *Elektro-metallurgie*. — Braunschweig, 1896.
 DE LAUNAY (L.). — *Les Diamants du Cap*. — Paris, 1897.
 GAGES (L.). — *Traité de Métallurgie du fer*. — Paris, 1898.
 SCHWEIGER-LECHSTEDT. — *Im Reiche der Cyklopen*. — Wien, 1900.
 WATT (A.). — *Elektro-metallurgie*. — London, 1895.

MECCANICA.
Tecnologia.

- AIEMENSAUD (aimé). — *Le Vignole des mécaniciens*. — Paris, 1897.
 BACH (C.). — *Die maschinen-Elemente*. — Stuttgart, 1899.
 BAUMGARTNER (F.). — *Handbuch des Mühlenbaues und der Mülerei*. (In corso di pubblicazione). — Berlin, 1900.
 BOULVIN (J.). — *Cours de mécanique appliquée aux machines, professé à l'école du Génie Civil de Gand*. — Paris, 1899.
 EMMET (A.). — *Die Hebezeuge — Drille Aufh.* — Berlin, 1899.
 GREBE (L.). — *Traité théorique et pratique du laminage du fer et de l'acier*. — Paris, 1900.
 HAEDER (H.). — *Les machines à vapeur, et autres moteurs thermiques*. — Paris, 1899.
 KELLER (K.). — *Calcul et construction des transmissions*. — Paris, 1900.
 MILLER (W.). — *Die eisernen Wasserräder*. — Leipzig, 1899.
 NOVAT (J.). — *Cours pratique de Résistance des matériaux*. — Paris, 1900.
 RICHARD (G.). — *Traité des Machines-Outils*. — Paris, 1895-96.
 SMART (R. A.). — *A Handbook of Engineering Laboratory practice*. — New York, 1898.
 SOSNOWSKI (K.). — *Roues et turbines à vapeur*. — Paris, 1897.
 STEINLE (A.). — *Die Schiebersteuerungen, und ihre Diagramme*. — Braunschweig, 1898.
 WEITZEL (K. G.). — *Die Schule des Maschinentechnikers*. — 15 vol. in 8^o gr. con atlanti, Leipzig, 1894-98.
 WITZ (A.). — *Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, et des voitures automobiles*. — Paris, 1899.

COSTRUZIONI.

- HEINERLING (Dr. F.), — *Die Brücken der Gegenwart: Eiserne Brücken.* — Leipzig, 1882-87.
 LEFORT (L.), — *Calcul des poutres droites et planchers en béton de ciment armé.* — Paris, 1890.
 OVIZIA (F.) e LOVISONO (V.), — *Esempi pratici di applicazioni della scienza delle costruzioni — Ponti.* — Torino, 1896.

DISEGNO.

- HOFFMANN (J.), — *Der Moderne Stil, Eine internationale Bundschau, etc.* — Stuttgart, 1890 e segg.
 KOCH (G.), — *Deutsche Kunst und Decoration — Illustrierte Monatshefte zur Förderung deutscher Kunst.* — Darmstadt, 1898 e segg.
 RIETH (O.), — *Skizzen-Architektonische Studien und Entwürfe.* — Leipzig, 1896-1899.

ARTI ED INDUSTRIE.

- ARMENHURST (R.), — *A practical treatise on searing and designing of textile fabrics.* — Holdersfield, 1893.
 GARNONVILLE (C.), — *Tissage analysé, Théorie et pratique.* — Saint Quentin, 2^{me} édition.
 LAMOTIER (P.), — *Traité théorique et pratique de tissage.* — Paris, 1900.

BOLLETTINI

ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO.

Sunto delle deliberazioni prese dalla Giunta direttiva nella adunanza del 22 dicembre 1900.

Presidente: Il senatore Froia — *Presenti i Membri:* Abrate, Allasia, Fasella, Rabbì, Rossi, Cossa e Camerana — *Segretario:* Minighelli.

Il Presidente, annunciando l'avvenuto decesso del dottor Gianotti, assistente al Laboratorio assaggio carte del Museo, ha parole di compianto per tale perdita, che priva l'Istituto di persona zelante, intelligente e stimata, e comunica che parteciperà alla famiglia le condoglianze della Giunta.

Informa che, nelle varie interviste avute nei passati giorni al Ministero, poté assicurarsi che le nuove iniziative e gli intendimenti della Giunta, per migliorare ognora più in avvenire l'andamento dell'Istituto, troveranno il migliore accogliimento, e che intanto si è provveduto alla pubblicazione del concorso per il posto di Direttore. Avverte poi che anche la Giunta generale del Bilancio ha approvato l'aumento apportato ai capitoli relativi alla dotazione del R. Museo, ritenendolo pienamente giustificato, soggiungendo anzi essere desiderabile che le condizioni del Bilancio consentano di aumentare in avvenire in modo ancor più rilevante la dotazione stessa.

Fornisce quindi notizia delle deliberazioni della Commissione per il disegno d'ornato inteso allo studio di provvedimenti atti a coordinare gli insegnamenti del disegno nelle Scuole municipali con quelli da istituirsi nel Museo, in modo che gli allievi provenienti da dette Scuole possano essere convenientemente preparati a proseguire lo studio nella Scuola d'ornato del Museo.

Comunica infine che si aprirà in marzo il corso di merceologia per gli ufficiali di dogana, che entro il mese di gennaio sarà pubblicata la *Rivista Tecnica* organo del Museo, già precedentemente deliberata, e che la Ditta Delanai fece omaggio al Museo, per mezzo del membro della Giunta cav. Abrate, di un bellissimo tessuto in seta eseguito dal cav. Ghersi.

La Giunta prende poi alcune deliberazioni relative al personale insegnante e approva la spesa di L. 5500 per l'acquisto di strumenti per il gabinetto di tarature elettriche, da prelevarsi dal fondo stanziato a favore del laboratorio di elettotecnica.

Infine approva il conto consuntivo del Museo per l'anno 1899-1900 e prende alcune deliberazioni sull'impiego di fondi, sull'ammissione ai corsi, su proposte per nomine di assistenti ed altri provvedimenti d'ordinaria amministrazione.

Avviso di Concorso.

È aperto un concorso per titoli al posto di direttore del R. Museo Industriale di Torino, con lo stipendio annuo di L. 8000.

Chi desidera prender parte al concorso deve far pervenire la sua domanda, in carta da bollo da lire una, al Ministero di agricoltura, industria e commercio (Divisione Industria e Commercio) entro il 15 febbraio 1901.

Alla domanda devono essere uniti i seguenti documenti:
 1° Atto di nascita, certificato di cittadinanza italiana e fedina penale e di buona condotta; questi due certificati di data non anteriore al 1° novembre 1900;
 2° Laurea d'ingegnere o titolo che dimostri che il concorrente ha diretto un Istituto superiore d'istruzione;
 3° Censo storico della vita scientifica del concorrente, della sua pratica industriale, corredato dei documenti relativi;
 4° Elenco dei titoli che sono uniti alla domanda.

Le pubblicazioni dovranno essere inviate in cinque esemplari ciascuna. Sarà preferito il candidato che raccoglierà in sé le attitudini speciali per il posto messo a concorso.

La nomina al posto potrà essere fatta in via di esperimento per un biennio. In tal caso la titolarità sarà data soltanto ove il candidato prescelto abbia fatta prova soddisfacente sotto ogni riguardo durante i due anni.

Roma, addì 16 dicembre 1900.

Il Ministro: F. CARCANO.

Taratura, prova e campionatura degli apparecchi elettrici.

Nel Gabinetto di elettrotecnica della Scuola superiore di elettrotecnica « Galileo Ferraris », è stato recentemente creato un riparto speciale per la taratura prova e campionatura degli apparecchi elettrici.

Con questa nuova Sezione dei suoi laboratori, il R. Museo Industriale Italiano è quindi attualmente in grado di eseguire qualunque analisi, prova, misura o fisica che possa interessare l'industria a somiglianza dei principali grandi istituti esteri, e specialmente del *Reichsanstalt* di Berlino, cui si avvicina di più per la sua organizzazione.

SCUOLE INDUSTRIALI.

Scuola delle miniere di Parigi.

Il signor Adolphe Carnot, ispettore generale del Corpo delle miniere, è stato nominato direttore della Scuola delle Miniere di Parigi in luogo del signor Haton de la Goupillière, chiamato alla vice-presidenza del Consiglio generale delle miniere.

Con questa occasione il signor Haton de la Goupillière venne nominato direttore onorario della Scuola stessa.

Scuola industriale « A. Rossi » in Vicenza.

Cavaliere dottor Luigi e Lloy noble comm. Paolo sono stati nominati delegati del Ministero di agricoltura, industria e commercio nella Giunta di vigilanza della Scuola « Alessandro Rossi » di Vicenza, per il triennio 1901-1903.

Stazione sperimentale per l'industria delle pelli in Napoli.

I signori avv. conte Gerolamo Russo e comm. Alessandro Betocchi sono stati confermati nell'ufficio di delegati del Ministero di agricoltura, industria e commercio presso il Consiglio direttivo della Stazione sperimentale per l'industria delle pelli, per il triennio 1900-1903.

41049

ANDRÈ PAOLO, *Gerente responsabile.*

Torino — Tip. Roux e Viarengo.

LA RIVISTA TECNICA rende conto di tutte le opere italiane e straniere che le pervengono, sia dagli autori, che dagli editori ed accetta il cambio con le raccolte ed i giornali scientifici e tecnologici.

TORINO — ROUX e VIARENGO, Editori — TORINO

In corso di stampa la 5ª edizione:

ING. G. VOTTERO

Manuale del fuochista e macchinista

AD USO DELLE SCUOLE

calcolata e rilegata meticolosamente a seconda delle necessità di conduttore di caldaie e vapori

1 vol. in-12 con 16 tavole e 81 figure L. 2.

In corso di stampa:

ING. G. SCARPINI

Tavole numeriche di topografia

QUADRANTI CENTESIMALI:

- I. Logaritmi volgari dei numeri da 1 a 10.000.
- II. Logaritmi delle linee trigonometriche, calcolati di centesimo in centesimo di grado.
- III. Valori naturali $\sin$, $\cos$ e $\tan$ da $50'$ a $150'$, calcolati di centesimo in centesimo di grado e per $S = 1$ metro.
- IV. Valori naturali delle linee trigonometriche, calcolati di centesimo in centesimo di grado.
- V. Valori dell'apocente corrispondenti all'espressione elisimetrica: $100' \cotang \theta$, calcolata di decimetro in decimetro sino alla pendenza $11\frac{1}{2}'$ e di metro in metro sino a $20\frac{1}{2}'$.

TORINO — ROUX e VIARENGO, Editori — TORINO

GALILEO FERRARIS

ELETTROTECNICA

1 volume di oltre 450 pagine con molte incisioni.

È forse questa la più importante opera scientifica che si sia pubblicata in questi ultimi anni, e per gli studiosi di elettrotecnica e di applicazioni elettriche riveste il carattere di un avvenimento importantissimo. In queste lezioni infatti essi troveranno raccolto il tesoro di cognizioni e di studi fatti dall'alta scuola del celebre scienziato e da esse acquisteranno le più ampie nozioni di elettrotecnica e le cognizioni necessarie per comprendere tutte le opere riguardanti applicazioni elettriche che loro possa occorrere di consultare.

(Dalla rivista *L'Elettricità*).

Prezzo: Lire 15.

Il secondo volume dell'opera è in preparazione.

Ing. G. MARTORELLI

Le macchine a vapore marine

1 volume di circa 400 pagine illustrato da 500 disegni e da 80 tavole.

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA — 2^a EDIZIONE

Bella cosa davvero che a pochi anni di distanza un'opera, che in commercio vale venti lire, abbia una seconda edizione. — Il caso prova l'attento e saggio il paese: se dichiara il valore dell'opera, dimostra anche come le macchine marine incominciano a studiare a casa nostra.

Prima dell'opera del Martorelli mancavano di un trattato sulle macchine, composto in italiano, e gli studiosi ricorrevano all'opera del Senet, che Nabore Soliani, compagno del Martorelli, aveva tradotto dall'originale inglese per ordine del Re, allora ministro.

JACK LA BOLINA.

20 Lire — 1 vol. in 4 gr. — Lire 20

Ing. G. RUSSO

Architettura Navale

1 grosso volume, con oltre 500 disegni e tavole.

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA

Quest'opera si aggiornerà a quella del Martorelli per addestrare quei progressi abbiano fatto gli studi di ingegneria navale presso di noi. Il valore scientifico del testo, la quantità straordinaria delle figure, minutamente disegnate e riprodotte rendono quest'opera di una importanza e di una utilità eccezionale per coloro che si occupano di studi e di costruzioni navali.

Sarà pubblicato nel primo semestre 1901.

FASCICOLO 2.

Febbraio 1901.

ANNO I.

LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA

E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

CON UN BOLLETTINO DEGLI ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO
E DELLE SCUOLE INDUSTRIALI DEL REGNO

Pubblicazione mensile illustrata



I. Memorie.

LA TRASMISSIONE DELLA FORZA MOTRICE A GRANDI DISTANZE
ING. F. MAZZOLA
L'ANALISI CHIMICA QUALE CONTROLLO DEL GAS D'ILLUMINAZIONE
DOTT. SCAGGI

II. Rassegne tecniche e notizie industriali.

LA MECCANICA INDUSTRIALE ALL'ESPOSIZIONE DI PARIGI DEL 1889
ING. E. BOTTIERIA
NOTIZIE INDUSTRIALI.

III. L'insegnamento industriale.

IL CORSO DI ELETTROTECNICA ED IL LABORATORIO DELLA SCUOLA
ING. G. FERRARIS
PAPA, GUIDO GRASSI

IV. Rassegna bibliografica.

BIBLIOGRAFIA
REPERTORIO DELLA LETTERATURA TECNICA PERIODICA. ING. F. M.
LIBRI E PUBBLICAZIONI RICEVUTE IN DONO.

V. Bollettini.

R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO
Colloquio della Giunta Direttiva — Nomine — Conferenze.
CONCORSI.

Editori ROUX e VIARENGO, Torino

DIREZIONE
presso il Museo Industriale Italiano
Via Oppida 21 — Torino.

AMMINISTRAZIONE
presso gli Editori Roux e Viarengo
Piazza Reale — Torino.